



STENVRETEN 4:1

Dagvattenutredning

2026-04-17

10380834



STENVRETEN 4:1

Dagvattenutredning

Uppdragsnamn	Utredning Stenvreten
Uppdragsnummer	10380834
Författare	Astor Gulz, Sandra Nydahl
Datum	2026-04-17
Ändringsdatum	
Granskad av	Kristina Wilén
Godkänd av	Filippa Rydwik

Kund

Fortifikationsverket

Konsult

WSP

WSP Sverige AB
Org nr: 556057-4880
wsp.com

Kontaktpersoner

Filippa Rydwik
Biträdande uppdragsledare, WSP
filippa.rydwik@wsp.com

Ida Ahlström
Projektledare, Fortifikationsverket
ida.ahlstrom@fortifikationsverket.se



SAMMANFATTNING

WSP har fått i uppdrag av Fortifikationsverket att genomföra en dagvattenutredning i samband med ändring av detaljplan Stenvreten 4:1 i Enköpings kommun. Syftet med dagvattenutredningen är att utreda vilken påverkan ett genomförande av detaljplanen skulle ge ur ett dagvattenperspektiv samt att visa på en hållbar dagvattenhantering inom planområdet.

Planerad förändring inom utredningsområdet innebär ombyggnation av kontors- och verkstadsbyggnader för civil och militär verksamhet samt anläggandet av nya parkeringsplatser. Planen utformas så att det går att bygga tillräckligt många kontorsplatser att en bruttototalarea (BTA) på 100 000 m² uppnås.

Enligt Enköping kommuns riktlinjer får ett planförslag inte bidra till försämrad status eller försämrade möjligheter att uppnå god status i berörd recipient. Dagvatten ska fördröjas och renas lokalt så att flöden efter exploatering inte överskrider befintliga flöden vid dimensionerande regn (i detta fall 20-årsregn med klimatkoefficient 1,25).

Den befintliga dagvattenhanteringen hanteras idag genom en kombination av tekniska lösningar, yttlig avrinning och infiltration i omkringliggande grönområden. I dagsläget ligger bebyggelsen på en höjd och dagvattnet leds yttligt åt olika håll beroende på topografin och marklutning. Således har området i nuläget två avrinningsområden där vattnet lämnar området via olika utloppspunkter. Inom området finns en lågpunkt med stående vatten och diken som avleder vatten från fastigheten. En systemlösning med åtgärder har tagits fram i denna utredning. Vi lyfter även möjligheten till kombinerade systemlösningar som med hänsyn till vad som är möjligt med avseende på grundvattnets känslighet. Hur dessa kan anpassas till planen behöver utredas vidare i nästa skede.

Förslag på dagvattenhantering bygger på att dagvatten från tak- och parkeringsytor inte får infiltrera ner till grundvattnet. Dagvattnet leds via täta ledningar till täta dagvattendammar som dimensioneras för rening och fördröjning för att sedan släppa renat dagvatten ut på det kommunala nätet genom servispunkter.

Det sker ingen tillrinning till området från omkringliggande fastigheter. Ny bebyggelse bör därför anpassas för händelser med extrema regn genom att säkerställa avrinningsvägar och fördröjningsytor inom planområdet för att minska risken för skador på byggnader i händelse av skyfall.

INNEHÅLL

1	Bakgrund och syfte	1
1.1	Bakgrund	1
1.2	Syfte	1
2	Underlag	2
3	Förutsättningar för dagvattenhantering	2
3.1	Riktlinjer för- och krav på dagvattenhantering	2
3.2	Känslighetskartan	3
4	Befintliga förhållanden	4
4.1	Övergripande beskrivning	4
4.2	Topografi och avrinning	5
4.2.1	Avrinningsområden och befintlig markanvändning	5
4.2.2	Befintlig dagvattenhantering	6
4.2.3	Flödesvägar och instängda områden	8
4.3	Geologiska förhållanden	9
4.4	Förorenad mark	9
4.5	Områdesskydd och recipient	9
4.5.1	Enköpingsån	10
4.5.2	Enköpingsåsen	12
4.5.3	Riksintressen och markavvattningsföretag	14
5	Framtida förhållanden	15
5.1	Planerade förändringar	15
6	Beräkningar	15
6.1	Karterad markanvändning	15
6.1.1	Befintlig markanvändning inom kvartersmark	15
6.1.2	Framtida markanvändning inom kvartersmark	17
6.1.3	Jämförelse befintlig och framtida markanvändning	20
6.1.4	Flödesberäkningar allmän platsmark	20
6.2	Beräkning av dimensionerade flöden	20
6.2.1	Erforderlig fördröjning inom kvartersmark	21
6.2.2	Åtgärdsnivå 20 mm	21
6.3	Beräkning av dagvattnets föroreningsinnehåll	21
7	Förslag till dagvattenhantering	23
7.1	Övergripande principer	23
7.2	Dagvattenhantering med hänsyn till grundvattenskydd	23
7.2.1	Dagvattendamm	23
7.2.2	Nedsänkt regnbädd	24
7.2.3	Infiltrationsstråk och svackdike	25

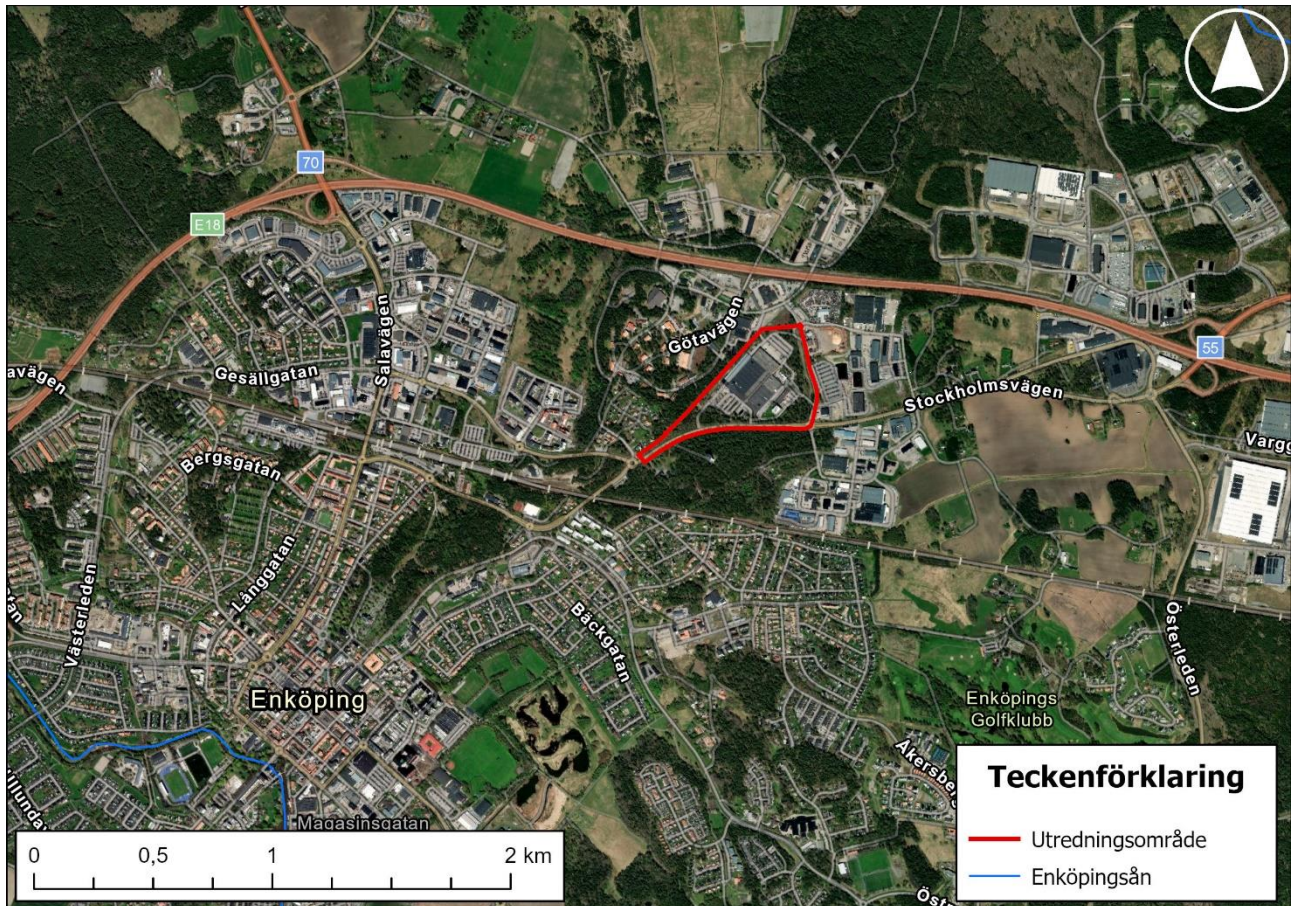


7.3	Systemlösning	26
7.3.1	Principiell dagvattenhantering	26
7.3.2	Systemlösning ARO A	28
7.3.3	Systemlösning ARO B	28
7.3.4	Föroreningsbelastning efter åtgärder	28
7.4	Dagvattenhantering vid skyfall	30
8	Konsekvenser	31
8.1	Flödesutjämning	31
8.2	Miljö kvalitetsnormer	31
8.3	Skyfall	31
9	Fortsatt arbete	31
10	Referenser	32

1 BAKGRUND OCH SYFTE

1.1 BAKGRUND

WSP har fått i uppdrag av Fortifikationsverket att genomföra en dagvattenutredning inför ändring av detaljplan Stenvreten 4:1 som omfattar ca 8 ha. Utredningsområdet är markerat med rött i Figur 1 och rymmer befintliga kontorsplatser samt annan militär och civil verksamhet, med tillhörande parkering, vägar och några skogspartier. Kvartersmarken ska planläggas som *Garnisonsverksamhet* vilket kan inrymma både militär och civil verksamhet. Av plantekniska skäl ingår även kommunala gator i planområdet.



Figur 1: Orienteringsfigur. Planområdet är markerat med rött och Enköpingsån (recipienten) markerat med blått i figuren.

1.2 SYFTE

Syftet med dagvattenutredningen är att utreda vilken påverkan ett genomförande av detaljplanen skulle ge, ur ett dagvattenperspektiv, samt att visa på en hållbar dagvattenhantering inom planområdet.

2 UNDERLAG

Det underlag som nyttjades för framtagningen av denna utredning sammanställs enligt punktlistan nedan:

- Detaljplanekarta för planområdet, 2025-10-20
- Uppsala Vatten, Riskreducerande åtgärder med avseende på grundvattnets sårbarhet, daterad 2025-06-03.
- Enköping kommun, Checklista dagvattenutredning, daterad 2025-06-12.
- Enköping kommun, Dagvattenpolicy, daterad 2015-12-14.
- SGU, Jordartskarta i skala 1:25 000 – 1:100 000.
- VISS, Enköpingåsen Vattenförekomst.
- EBH-kartan, Lantmäteriet.
- Enköping kommun, Enköpingskartan – Grundvattenkänslighet.
- Möte med Enköpings kommun om kommunens checklista för dagvattenutredningar, 2025-10-28

3 FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR DAGVATTENHANTERING

Med en genomtänkt dagvattenhantering minskar risken för översvämningar samt föroreningar i sjöar och vattendrag. Kommunen ansvarar för att det finns förutsättningar att hantera dagvatten inom allmän platsmark samt för att gällande krav för avvattning följs på kvartermark. Nedan framförs riktlinjer och krav som Enköpings kommun har tagit fram för dagvattenhanteringen inom kommunen.

3.1 RIKTLINJER FÖR- OCH KRAV PÅ DAGVATTENHANTERING

Enköping kommun har en dagvattenpolicy daterad 2015-12-05 (Enköping kommun, 2015), och en checklista för dagvattenutredningar daterad 2025-06-12 (Enköping kommun, 2025). Nedan listade punkter är applicerbara för denna dagvattenutredning:

- **Oförändrat flöde:** Dagvattenflödet från området får inte öka efter exploatering.
- **Fördröjning och volymer:** Dagvattnet ska tas om hand lokalt och så nära källan som möjligt och om möjligt genom öppna, infiltrerande och fördröjande lösningar. Infiltrations- och fördröjningsvolymer ska redovisas, liksom instängda ytor och fördröjningskapacitet inom området.
- **Rening:** Dagvatten från hårdgjorda ytor ska fördröjas och renas i hållbara dagvattensystem. Våtvolymen ska utformas som en permanentvolym eller avtappas genom ett filtrerande material för effektiv avskiljning av föroreningar. Hänsyn ska tas till känslighetskartan för grundvatten.
- **Föroreningsinnehåll:** Dagvattenutredningen ska innehålla en uppskattning av dagvattnets föroreningshalter och belastning före och efter exploatering. Utifrån resultaten ska förslag på reningsåtgärder tas fram för att minska påverkan på sjöar och vattendrag samt minimera risken för övergödning.
- **Markavvattningsföretag:** Eventuella markavvattningsföretag inom eller i anslutning till området ska anges.

- **Skyfallshantering:** Vid nybyggnation och större ombyggnation ska dagvattenhanteringen dimensioneras för att långsiktigt klara högre flöden. Utredningen ska analysera påverkan av ett 100-årsregn på området samt till recipient.
- **Markens förutsättningar:** Redovisning av tillgängliga infiltrationsstråk, hur mycket dagvatten som kan infiltrera och en koppling till grundvattnets känslighet.

Utöver ovanstående punkter ska beräkningar och dimensioneringar följa Svenskt Vatten P110. Hänsyn ska tas till framtida klimatförändringar genom att applicera en klimatfaktor på 1,25. Checklistan anger att dimensionerande regn ska beräknas med återkomsttiden 20 år för tät bostadsbebyggelse vilket har antagits vara gällande för planområdet. Ifall en redan bebyggd fastighet ska förtätas, ska om möjligt, flödena motsvara naturmark. Men i samråd med VA-huvudman kan undantag godkännas. I samråd med Enköpings kommun beslutades att kravet för denna fastighet är att flöden inte får öka med exploatering¹.

3.2 KÄNSLIGHETSKARTAN

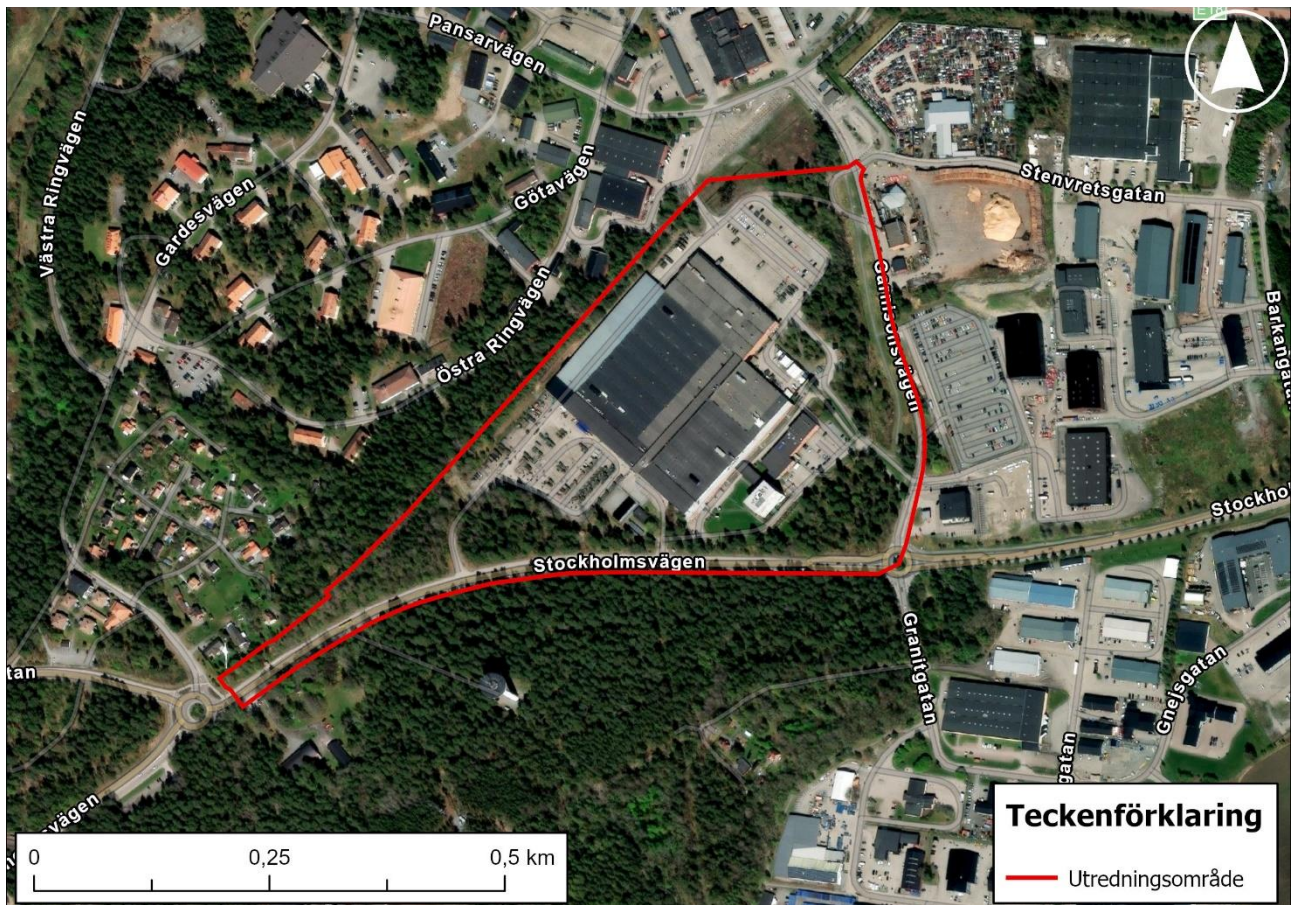
Enköpingsåsen utgör en viktig råvattenkälla för Enköpings kommun. För att utreda markens förutsättningar och för att ta hänsyn till grundvattnets känslighet med avseende på föroreningar genom markinfiltration har Enköping kommun tagit fram en känslighetskarta för grundvattenpåverkan. Den är indelad i områden med extrem och hög, måttlig och låg känslighet (se Figur 10 som visar känsligheten inom planområdet) (Enköping kommun, 2025). Enköping har inga egna riktlinjer för hur markanvändning bör anpassas eller vilka åtgärder som bör utföras i områden med respektive klassning. De hänvisar i stället till Uppsala kommun och Uppsala vattens riktlinjer. Dessa, som de beskriver i Uppsala Vattens *Vägledning för riskreducerande åtgärder med avseende på grundvattnets sårbarhet*, daterad 2025-06-03 (Uppsala Vatten, 2025), har varit utgångspunkten i denna utredning med avseende på känslighetskartan.

¹ Möte med Joakim Gånheim, VA-ingenjör på Enköpings kommun, 2025-10-28.

4 BEFINTLIGA FÖRHÅLLANDEN

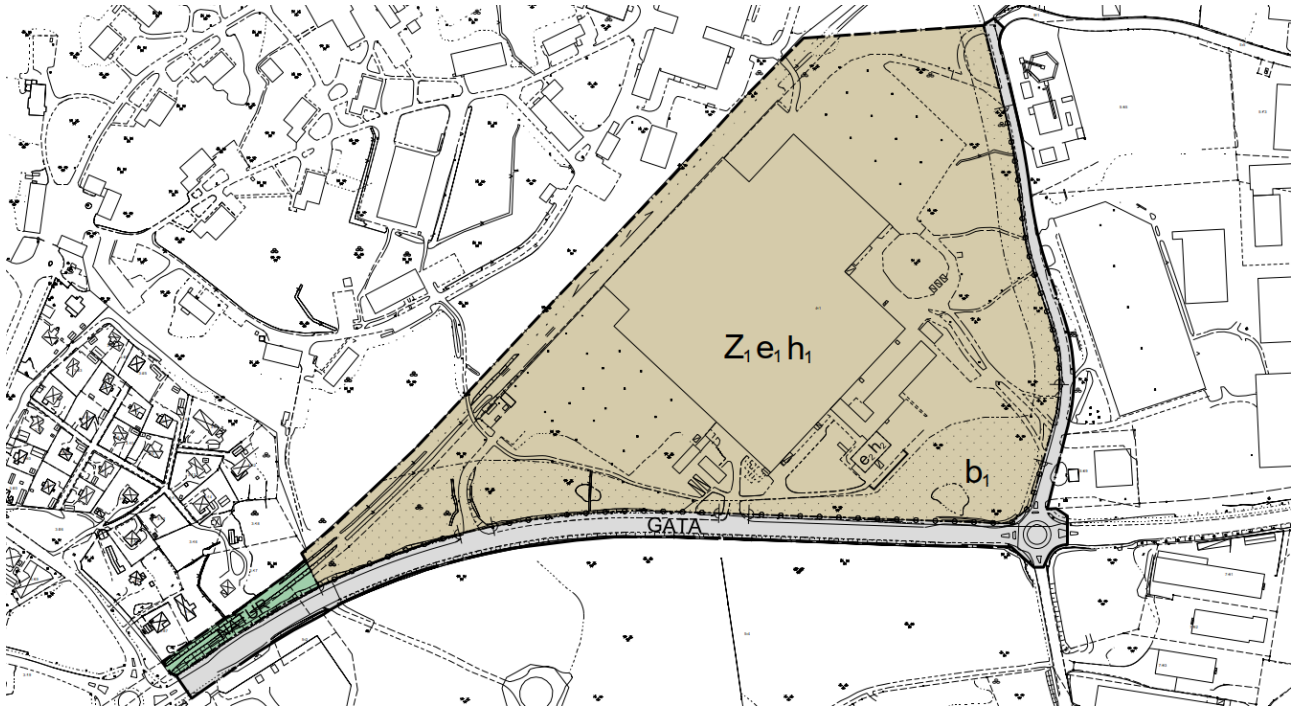
4.1 ÖVERGRIPANDE BESKRIVNING

Utredningsområdet ligger i Enköping kommun strax söder om E18, se Figur 1 och Figur 2. Området består idag av en stor byggnad och några mindre med tillhörande parkeringsytor och vägar. Resterande delar av område utgörs av blandat grönområde med några skogspartier och på några ställen påträffas berg i dagen.



Figur 2: Utredningsområdet, motsvarande planområdesgränsen som i bild är markerat med röd linje.

Utredningsområdet utgörs av detaljplaneområdet för detaljplan Stenvreten 4:1. Denna inkluderar användning av mark för garnisonsverksamhet (Z_1) med tillhörande prickmark som ej får förses med byggnader samt allmän plats med gata och ett naturområde i den södra delen av detaljplanen, se Figur 3. För att förenkla planmosaiken har kommunen valt att inkludera Garnisonsvägen och Stockholmsvägen i planområdet. Detta är endast av plantekniska skäl, och det planeras ingen förändring av Garnisonsvägen eller Stockholmsvägen förutom att fastighetsgränsen justeras vid en busshållplats längs Stockholmsvägen. Den tidigare gällande detaljplanen är från 1997-10-01.



Figur 3: Preliminär detaljplaneenkarta för Stenvreten 4:1 (2025-10-20). Brunt är garnisonsverksamhet, grönt och grått är allmän plats för naturområde respektive gata. Plankartan kommer sannolikt uppdateras i ett senare skede.

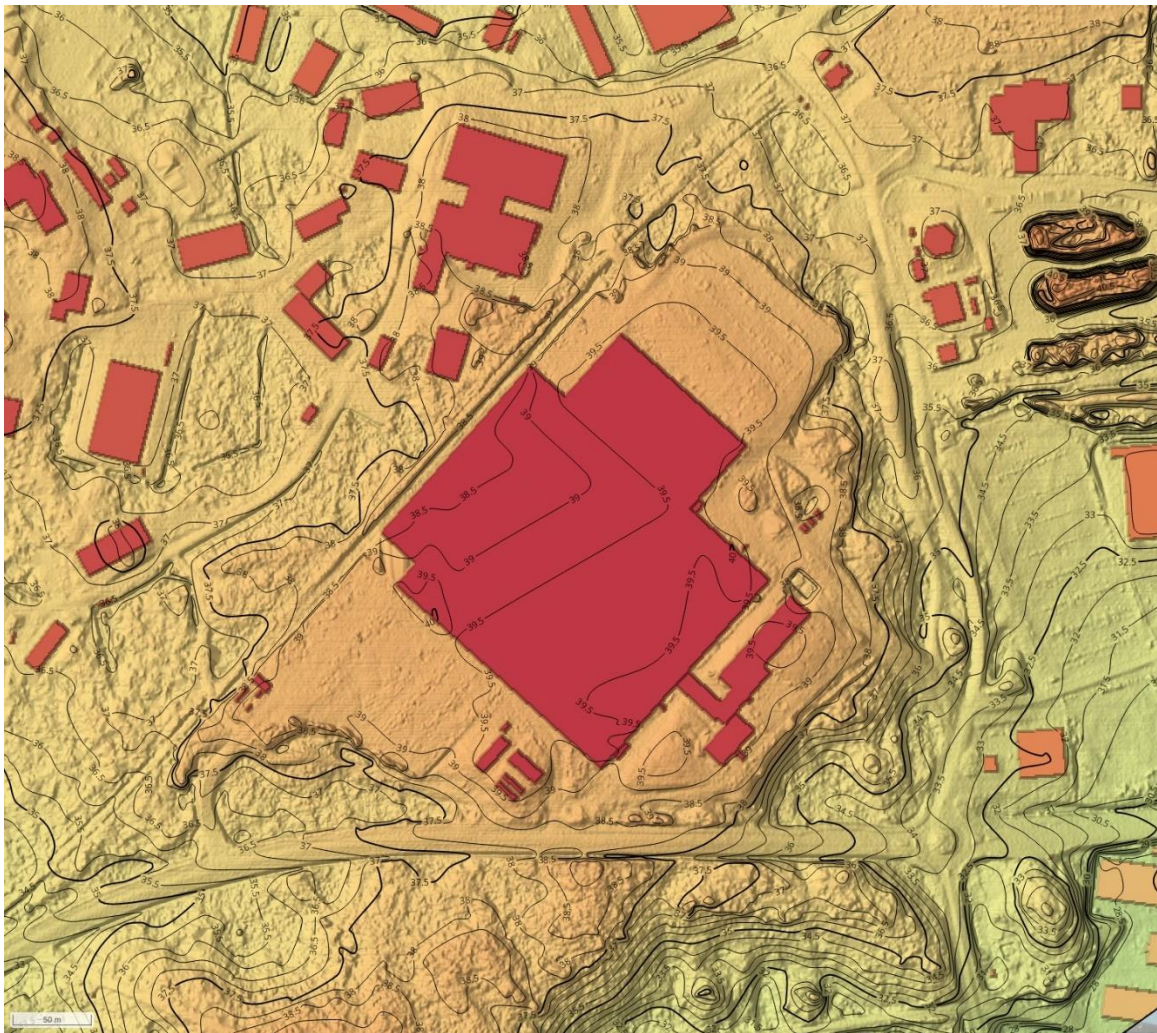
4.2 TOPOGRAFI OCH AVRINNING

En analys över detaljplaneområdets topografi och avrinningsområden har utförts i Scalgo Live (2025). Scalgo Live är ett GIS-baserat verktyg som används för att analysera höjddata ur ett ytvattensperspektiv. Som underlag för analys av höjddata användes Lantmäteriets nationella laserskanning med en upplösning på 1x1 m och som redovisas i höjdsystemet RH2000. Resultaten visar de topografiskt styrda avrinningsmönstren och ger en god översikt över naturliga flödesvägar och lågpunkter. Modellen är dock förenklad och fångar inte alltid lokala förhållanden som kulverterade diken, vägtrummor eller markanvändning. Därför kompletterades analysen med ett platsbesök (2025-09-25).

4.2.1 Avrinningsområden och befintlig markanvändning

Utredningsområdet är något upphöjt i förhållande till omgivande mark och utgörs av parkeringsytor med en varierande marknivå omkring +39 m ö.h. Den centralt placerade byggnaden har en takhöjd på ca 50 m ö.h. och grönområdena vid ytans ytterkanter har varierande markhöjd med lågpunkter ned till 34 m ö.h., se höjdkurvor i Figur 4.

På grund av områdets topografi kommer ingen tillrinning från omkringliggande mark in i planområdet.



Figur 4: Planområdets topografi med höjdkurvor och som har en upplösning på 5 meter (Scalgo live 2025).

4.2.2 Befintlig dagvattenhantering

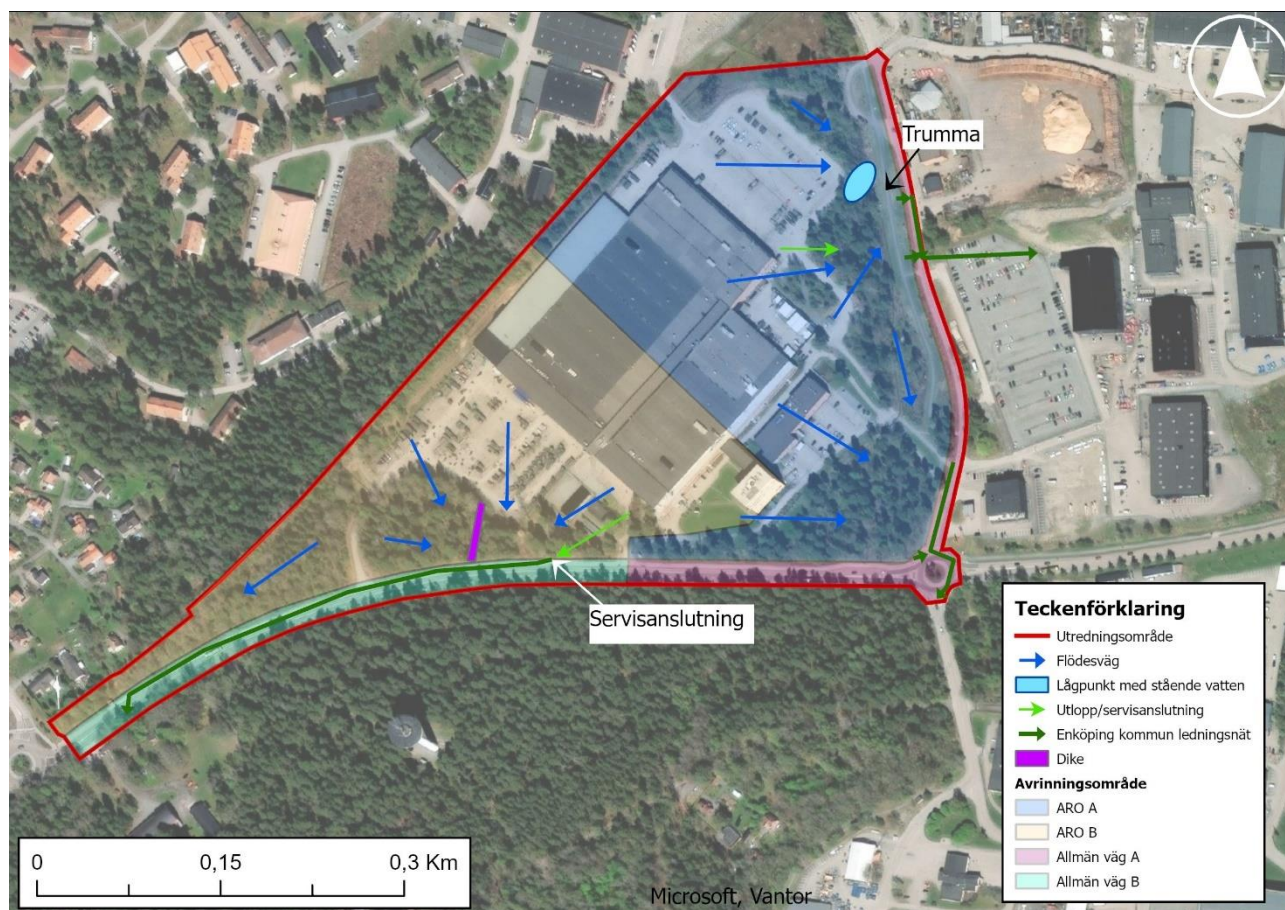
Dagvattnet inom utredningsområdet hanteras idag genom en kombination av tekniska lösningar, yttlig avrinning och infiltration. Stuprör från byggnader är anslutna till ledningar som släpps ut i grönområden inom fastigheten Stenvreten 4:1. I området finns även diken samt en lågpunkt med stående vatten. Dessa befintliga lösningar samverkar med områdets topografi vilket påverkar hur dagvattnet rör sig och var det samlas. Ett platsbesök har genomförts för att ge mer underlag till analysen av befintlig dagvattenhantering men på grund av aktuell verksamhet så kan foton från platsbesöket ej presenteras. Mot bakgrund av detta har området en ej helt klarlagd dagvattenhantering. Se Figur 5 för en översiktsbild och schematisk sammanställning över områdets dagvattenhantering.

Bebyggelsen ligger på en höjd och dagvattnet leds yttligt åt olika håll beroende på topografin och marklutning. Således har området i nuläget flera avrinningsområden där vattnet lämnar området via olika utloppspunkter.

I Figur 5 illustreras befintliga avrinningsområden (ARO) där område A delvis leds till en lågpunkt som vid platsbesöket påträffades med stående vatten. Detta vatten leds ut ur området genom en trumma till ett dike där det via en kupolbrunn ansluts till det kommunala dagvattennätet. I södra delen av ARO A finns en lågpunkt ner mot cirkulationsplatsen där vattnet förmodligen hinner infiltrera i marken innan det når kommunens ledningsnät. I gatan finns rännstensbrunnar.

Dagvattenfrån ARO B släpps genom en trumma ut i ett dike i lågpunkten söder om parkeringsytan. Enligt kommunens ledningsunderlag för befintliga dagvattenledningar ser det ut att finnas en servisanslutning i anslutning till denna lågpunkt.

Dagvattnet på de allmänna vägarna hanteras genom att det finns dagvattenbrunnar i gatorna och vägdiken längst vägarna. Allmän väg A i figuren nedan avrinner mot cirkulationsplatsen och Allmän väg B avrinner västerut.



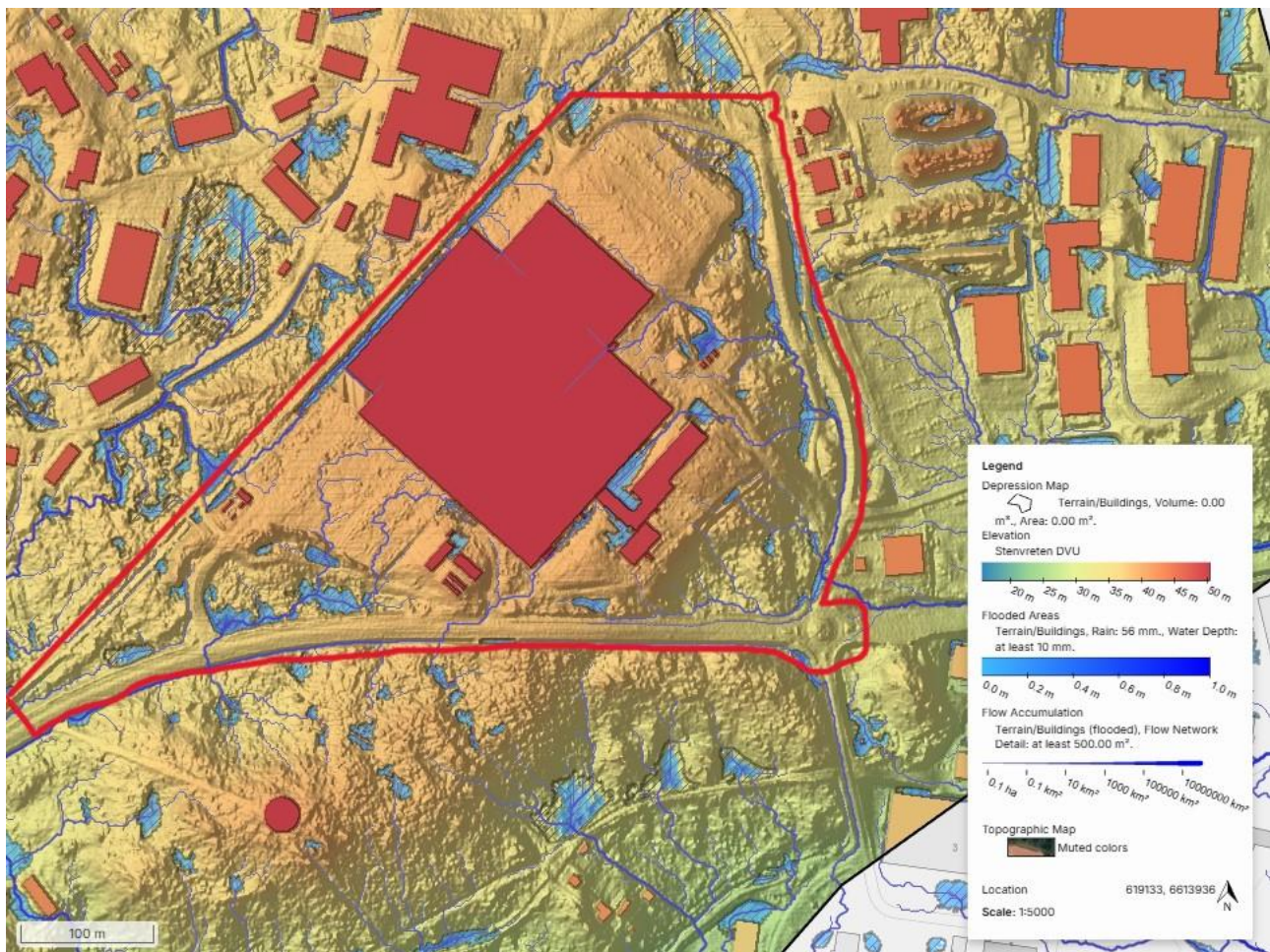
Figur 5: Figuren visar topografiska flödesvägar (blå pilar) samt utmarkerade utlopp och servisanslutningar från fastighetens interna dagvattennät. Den visar även befintliga diken och lågpunkter, Enköpings kommuns ledningsnät för dagvatten samt de topografiskt avgränsade avrinningsområdena inom planområdet.

4.2.3 Flödesvägar och instängda områden

En analys över yttlig avrinning för planområdet befintliga markanvändning har utförts i Scalgo Live (2025). Som underlag används Lantmäteriets senaste nationella laserskanning med en upplösning på 1x1m. Vald nederbördsmängd är 56 mm, vilket motsvarar ett skyfall, dvs ett 100-årsregn med 30 minuters varaktighet och klimatfaktor 1,25. Ingen hänsyn har tagits till tid eller befintliga ledningsnätets kapacitet.

Den naturliga avrinningen från planområdet östra sida sker mot Garnisonsvägen där det finns vägdiken och anslutningar till det kommunala nätet via kupol- och rännstensbrunnar. Innan det når fram till vägen så samlas stor del av vattnet i naturliga lågpunkter i ytterkanten av fastigheten.

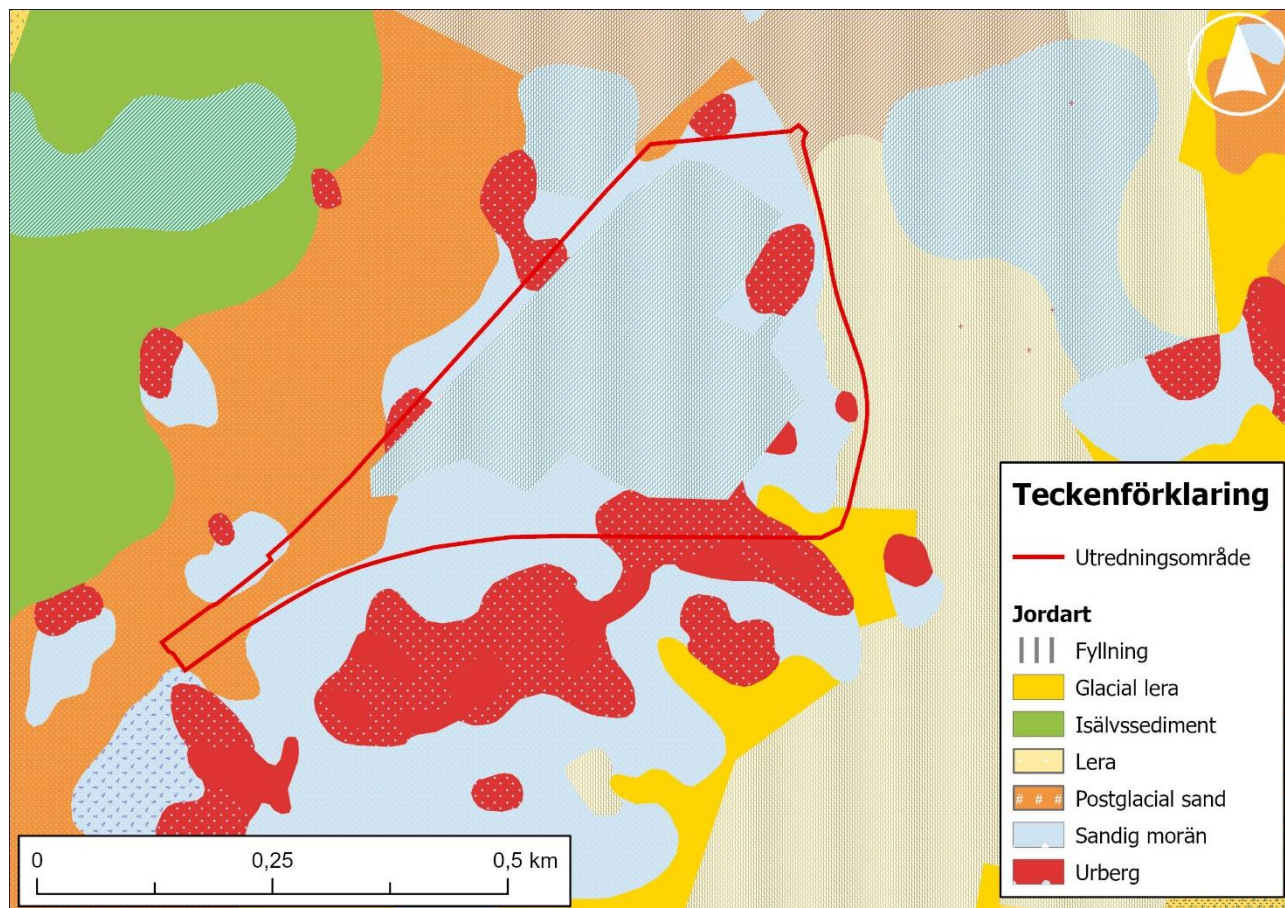
Områdets västra sida avvattnas mot Stockholmsvägen och bromsas även där i naturliga lågpunkter. I Figur 6 ses flödesvägar och lågpunkter inom fastigheten vid 56 mm nederbördsmängd.



Figur 6: Avrinningsvägar och lågpunkter kring och i planområdet illustrerat med ett motsvarande 100-årsregn (56mm) i Scalgo (Scalgo Live, 2025). Rött markerar utredningsområdet.

4.3 GEOLOGISKA FÖRHÅLLANDEN

Stora delar av utredningsområdet består enligt SGU:s jordartskarta (SGU, 2025) av fyllnadsmaterial på morängrund. Resterande delar av området består av urberg med ett tunt ytskikt av morän. På några platser påträffas även berg i dagen och postglacial sand, se Figur 7.



Figur 7: SGU:s jordartskarta 1:25000–1:100000 (SGU, 2025).

4.4 FÖRORENAD MARK

Enligt Länsstyrelsens EBH-karta (Länsstyrelsen, 2025) finns ett potentiellt förorenat område inom utredningsområdet. ABB Fläkt Product AB, Division Stratos (tidigare Bacho Ventilation) har genom åren tillverkat ventilationsutrustning och systemprodukter för kyla på fastigheten. Kemikalieförbrukningen har varit mycket omfattande. Verksamhetstiden var relativt lång 60-tal till 90-tal och omfattande hantering av mycket farliga kemikalier gör att objektet bedöms tillhöra riskklass 3.

Runtomkring utredningsområdet och i nära anslutning till planområdet finns några bilvårdsanläggningar som ej är riskklassade.

4.5 OMRÅDESSKYDD OCH RECIPIENT

Utifrån syfte att förbättra och bevara Europas yt- och grundvatten beslutade Europaparlamentet år 2000 att införa Vattendirektivet 2000/60/EG (Europeiska kommissionen, 2000), vilket i sin tur infördes i svensk lagstiftning 2004. Samtliga utpekade vattenförekomster inom Sverige har därefter statusklassats utifrån nuvarande status och angivits miljö kvalitetsnormer (MKN). MKN anger vilken status som ska vara uppnådd samt vad som är det aktuella måläret för respektive vattenförekomst. MKN har tagits fram för varje specifik

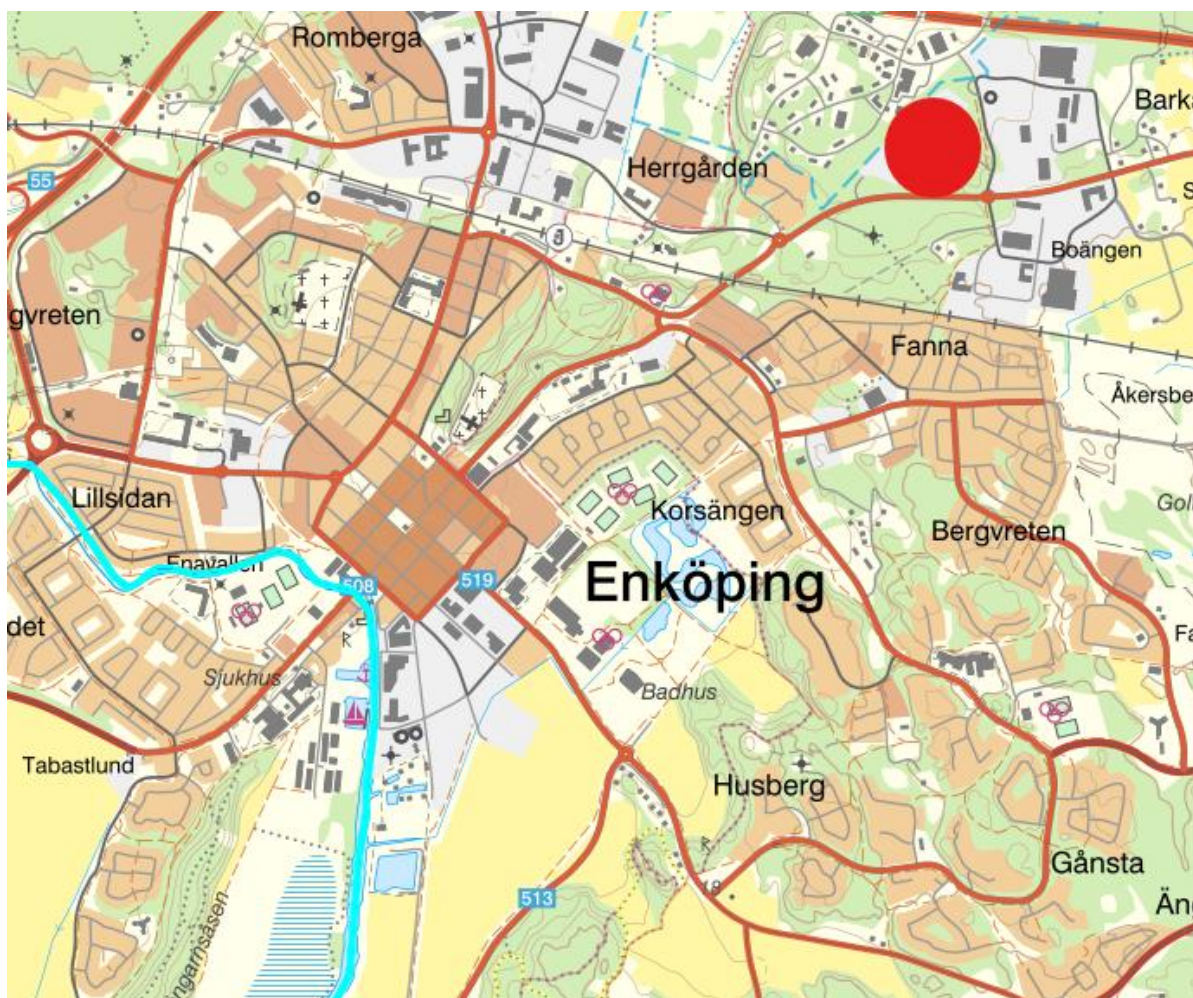
vattenförekomst. Kemisk status klassas som antingen *god* eller *uppnår ej god* medan ekologisk status klassas på en femgradig skala som *hög*, *god*, *måttlig*, *otillfredsställande*, eller *dålig*. Målet är att alla vattenförekomster ska uppnå god status och att förutsättningarna för att uppnå god status inte ska försämrats.

4.5.1 Enköpingsån

Dagvatten rinner från utredningsområdet genom kommunala VA-ledningar till Enköpingsån som mynnar ut i Mälaren. Avståndet från utredningsområdet till recipienten är ca 4 km, se Figur 8. Vattenmyndighetens statusklassificering av Enköpingsån sammanfattas i Tabell 1.

Tabell 1: Sammanfattning av statusklassning och miljö kvalitetsnormer för Enköpingsån (VISS, 2025).

Kvalitetsfaktor	Status	Miljö kvalitetsnorm
Ekologisk status	Måttlig	God ekologisk status 2027/2033
Kemisk status	Uppnår ej god	God kemisk ytvattenstatus
Antracen	Uppnår ej god	
Benso(a)pyrene	Uppnår ej god	
Kvicksilver (Hg)	Uppnår ej god	
Tributyltennföreningar (TBT)	Uppnår ej god	
Perfluoroktansulfonat (PFOS)	Uppnår ej god	
Polybromerade difenyletrar (PBDE)	Uppnår ej god	



Figur 8: Recipienten Enköpingsån markerat med turkos linje. Utredningsområdet är markerat med röd cirkel (VISS, 2025).

4.5.1.1 Ekologisk status

Den ekologiska statusen för Enköpingsån är klassad som *måttlig* med hög tillförlighet. Vattenförekomsten är påverkad av förhöjda näringsämnen vilket orsakar övergödning och så finns det förmodad påverkan från pågående och nedlagda verksamheter då arsenik, koppar, ammoniak och nitrat har påträffats i förhöjda halter.

MKN är att god ekologisk status ska uppnås för de flesta mätbara parametrar till 2027 (Förvaltningscykel 3 2023-05-02). Den enda kvalitetsfaktorn som har ett mindre strängt krav är näringsämnen då det anses vara tekniskt omöjligt utan uppnå det då det förekommer jordbruk i nära anslutning till ån samt att kommunens avloppsreningsverk släpper ut renat avloppsvatten till recipienten. Dessa utsläppskällor är de som anses bidra med mest näringsämnen till Enköpingsån och det kommer kräva omfattande åtgärder för att minska halterna. Därför är målet för när de ska åtgärdas satt till 2033.

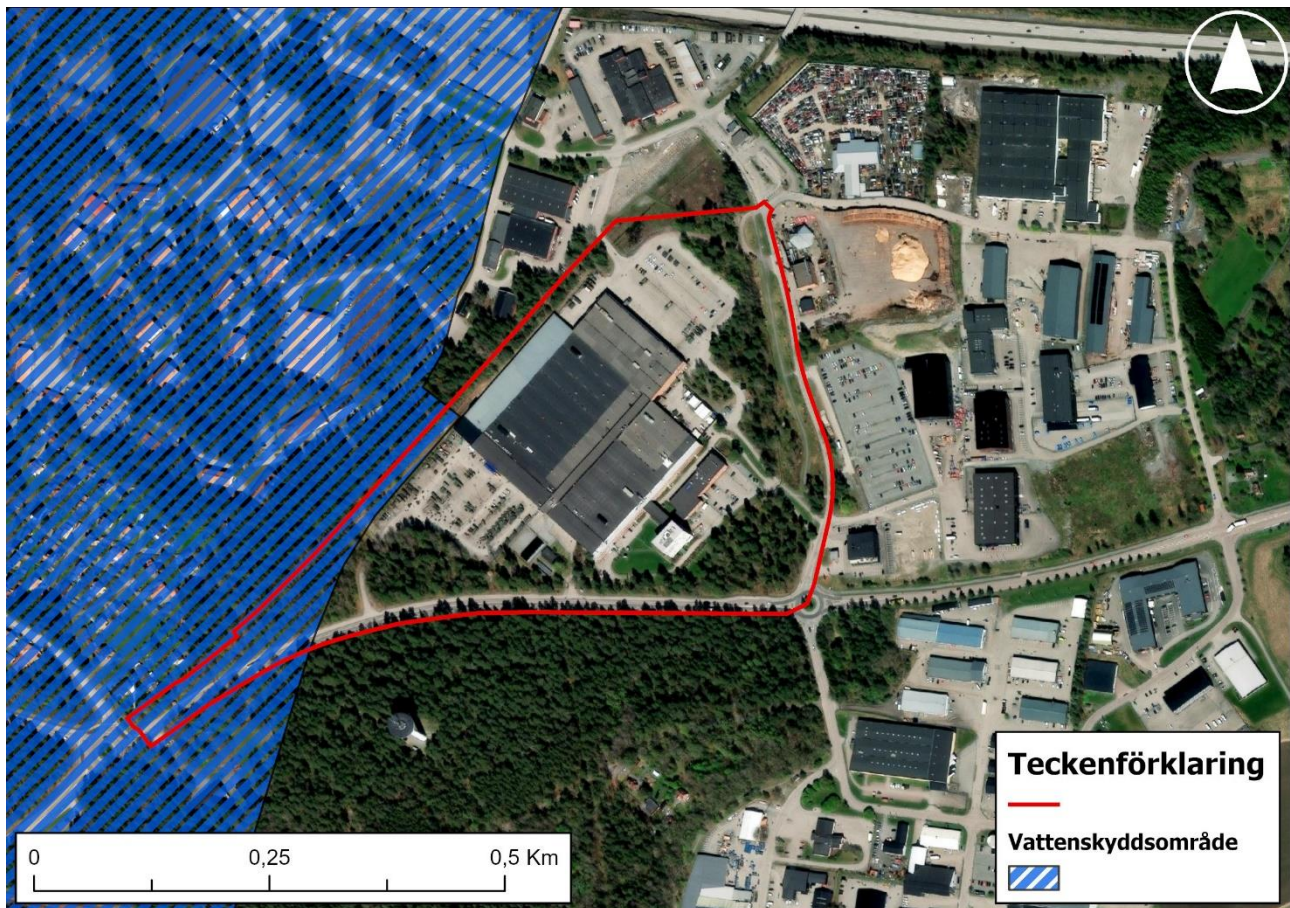
4.5.1.2 Kemisk status

Den kemiska statusen för Enköpingsån är klassad som *uppnår ej god*. Detta orsakas av att gränsvärden för de prioriterade ämnena Antracen, Benzo(a)pyrene, Kvicksilver, TBT, PFOS och PBDE överskrids i vattenförekomsten.

Långväga atmosfärisk deposition av kvicksilver och PBDE till mark och vatten har resulterat i att samtliga vattenförekomster i Sverige överskrider sina respektive gränsvärden. Sverige har därför beslutat att göra ett nationellt undantag för dessa ämnen, och redovisa statusen exklusive dessa ämnen. Bortsett från dessa är det statusen för PFOS, antracen, dioxiner och dioxinlika PCB:er och TBT som gör att god kemisk status ändå inte uppnås i Enköpingsån. Föroreningskällor som identifierats är bland annat nedlagda verksamheter inom påverkansområdet (VISS, 2025).

4.5.2 Enköpingsåsen

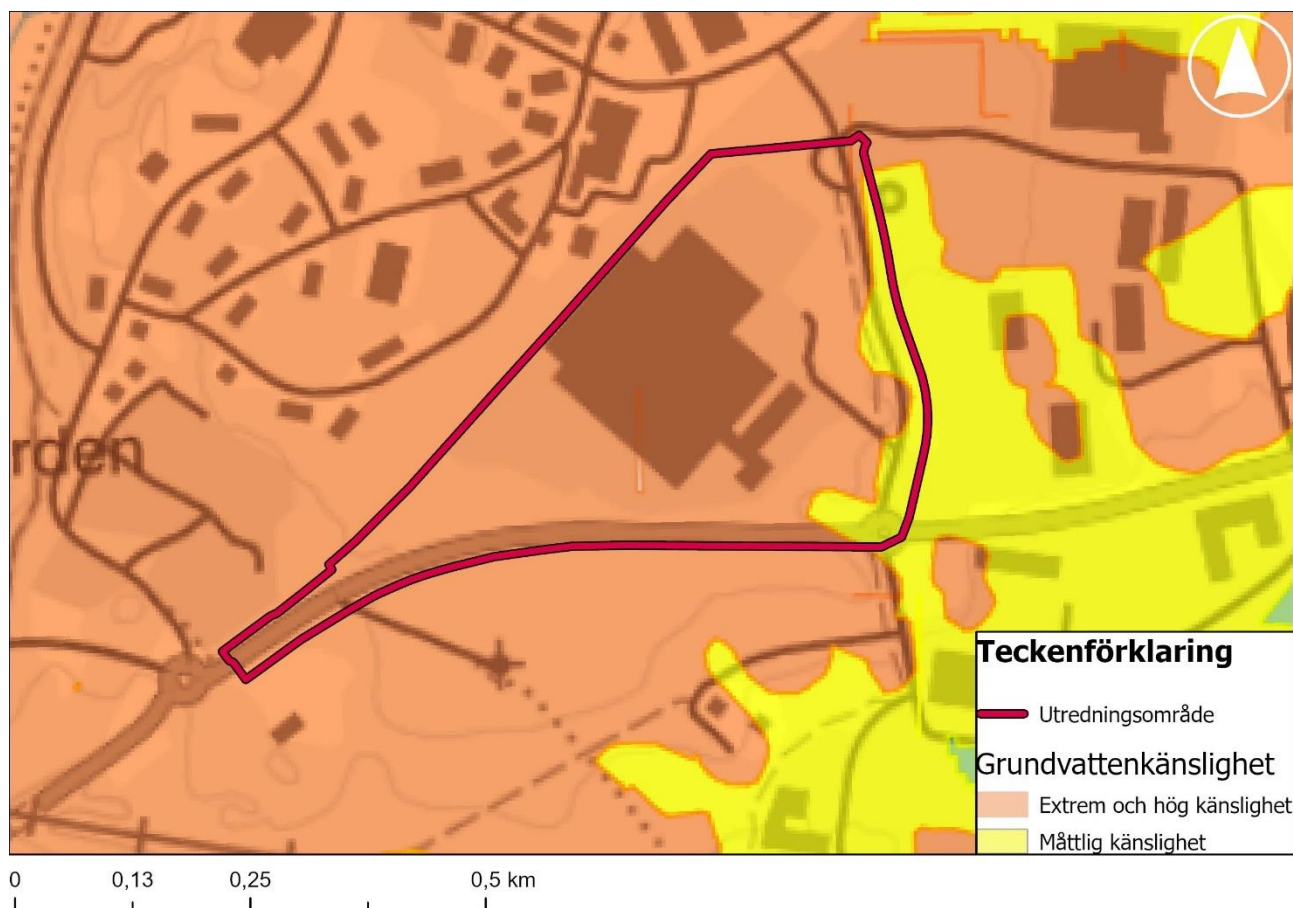
En liten del av den sydvästra utredningsområdet (se Figur 9) ligger inom yttre skyddszon för vattenskyddsområdet för Enköpingsåsen som i dagsläget är Enköping kommuns främsta dricksvattentäkt. Enligt VISS klassas vattenförekomstens kvalitativa status som god. Den kemiska statusen klassas som otillfredsställande med avseende på trikloroten och tetrakloroten (VISS, 2025). Området som omfattas av vattenskydd är enligt plankartan klassat som allmän platsmark avsedd för natur med en mindre del reserverad för garnisonsverksamhet (se Figur 3). I skyddsföreskrifterna för vattenskyddsområdet anges att: vid hantering av petroleumprodukter och kemikalier, gäller att hanteringen ska utformas så att hela volymen vid ett eventuellt läckage förhindras från att tränga ner i marken (§3). Vidare får utsläpp av industriavloppsvatten som kan innebära risk för förorening inte förekomma (§7) (Enköpings kommun, 2025). Marken i denna delen av utredningsområdet bör därför inte användas på sånt sätt att det riskerar utsläpp ner till grundvattnet.



Figur 9: En liten del av det sydvästra hörnet av planområdet ligger inom Enköpingsåsens vattenskyddsområdets yttre skyddszon.

4.5.2.1 Hydrologi och grundvatten

Enköpings kommun har gjort en samlad analys av markanvändningens påverkan på grundvattenkvaliteten. Resultatet är redovisat i en karta som delar in staden i olika känslighetszoner vilken redovisas i kartsiktet "grundvattenkänslighet" i kommunens karttjänst. I den publika kartan är zonerna extrem känslighet och hög känslighet sammanslagna av sekretesskäl. Utredningsområdet ligger inom klassningen måttlig och hög/extrem känslighet, se Figur 10.



Figur 10: Enköpings kommuns känslighetskarta med avseende på grundvattnet.

Enköpings kommun har ännu ingen egen handledning för vilka principer och krav på dagvattenhantering som gäller vid exploatering och ändrad markanvändning i känslig zon. Kommunen föreslår därför att dagvattenutredningar arbetar efter Uppsala kommuns framtagna riktlinjer. I Uppsala Vattens styrdokumentet *Riskreducerande åtgärder med avseende på grundvattnets sårbarhet* (Uppsala Vatten, 2025) listas vilka principer som gäller för olika zoner inom område med hög känslighet. Syftet att nyttja dessa riktlinjer är att underlätta tillämpningen av skyddsåtgärder.

Enligt Enköpings kommun krävs att en riskbedömning utförs om planområdet ligger inom extrem eller högkänslig zon. Riskbedömningen ska utföras av sakkunnig inom grundvattenskydd och följa Enköping kommuns mall (Enköpings kommun, 2025).

4.5.3 Riksintressen och markavvattningsföretag

Det finns inga riksintressen eller fornminnen inom utredningsområdet (Länsstyrelsen Uppsala län, 2025).

Det finns heller inget markavvattningsföretag i närområdet som vatten från området leds till (Länsstyrelsen Uppsala län, 2025).

5 FRAMTIDA FÖRHÅLLANDEN

5.1 PLANERADE FÖRÄNDRINGAR

Utredningsområdet omfattar en planerad exploatering med en total byggnadsarea om cirka 100 000 BTA. Den nya bebyggelsen avses uppföras i två våningar och kommer att rymma verksamheter och funktioner som ännu inte är fastställda i detalj. I anslutning till byggnaderna planeras parkeringsytor för att tillgodose behovet av parkeringsplatser för området.

Projektet kommer att genomföras i etapper där utformning av byggnader, parkeringsytor och tillhörande infrastruktur successivt preciseras. I detta skede är det framför allt den övergripande omfattningen av exploateringen som ligger till grund för dagvattenutredningen, se Figur 3 för detaljplanekarta.

6 BERÄKNINGAR

Beräkningar av dagvattenflöden har utförts för nuvarande markanvändning inom utredningsområdet och jämförs med beräknade dagvattenflöden genererade från den planerade markanvändningen. För att beräkna dimensionerande dagvattenflöden från områden används den rationella metoden:

$$Q_d = A \cdot \varphi \cdot i(t_r) \cdot kf$$

där:

Q_d = dimensionerande flöde [l/s]

A = avrinningsområdets area [ha]

φ = avrinningskoefficient [-]

$i(t_r)$ = dimensionerande nederbördsintensitet [l/s/ha]

t_r = regnets varaktighet [min]

kf = klimatfaktor [-]

En återkomsttid på 20 år och en varaktighet på 10 minuter har använts för nederbörd. Utredningsområdet har delats upp i två avrinningsområden. En klimatfaktor på 1,25 har använts för beräkning av dagvattenflöden från den planerade markanvändningen i syfte att ta hänsyn till förväntade klimatförändringar. Markanvändningen har karterats med hjälp av grundkarta, detaljplanen, ortofoto och iakttagelser vid platsbesök. Avrinningskoefficienter för de olika typerna av markanvändning har valts med stöd av P110 (2019) och StormTac (2025).

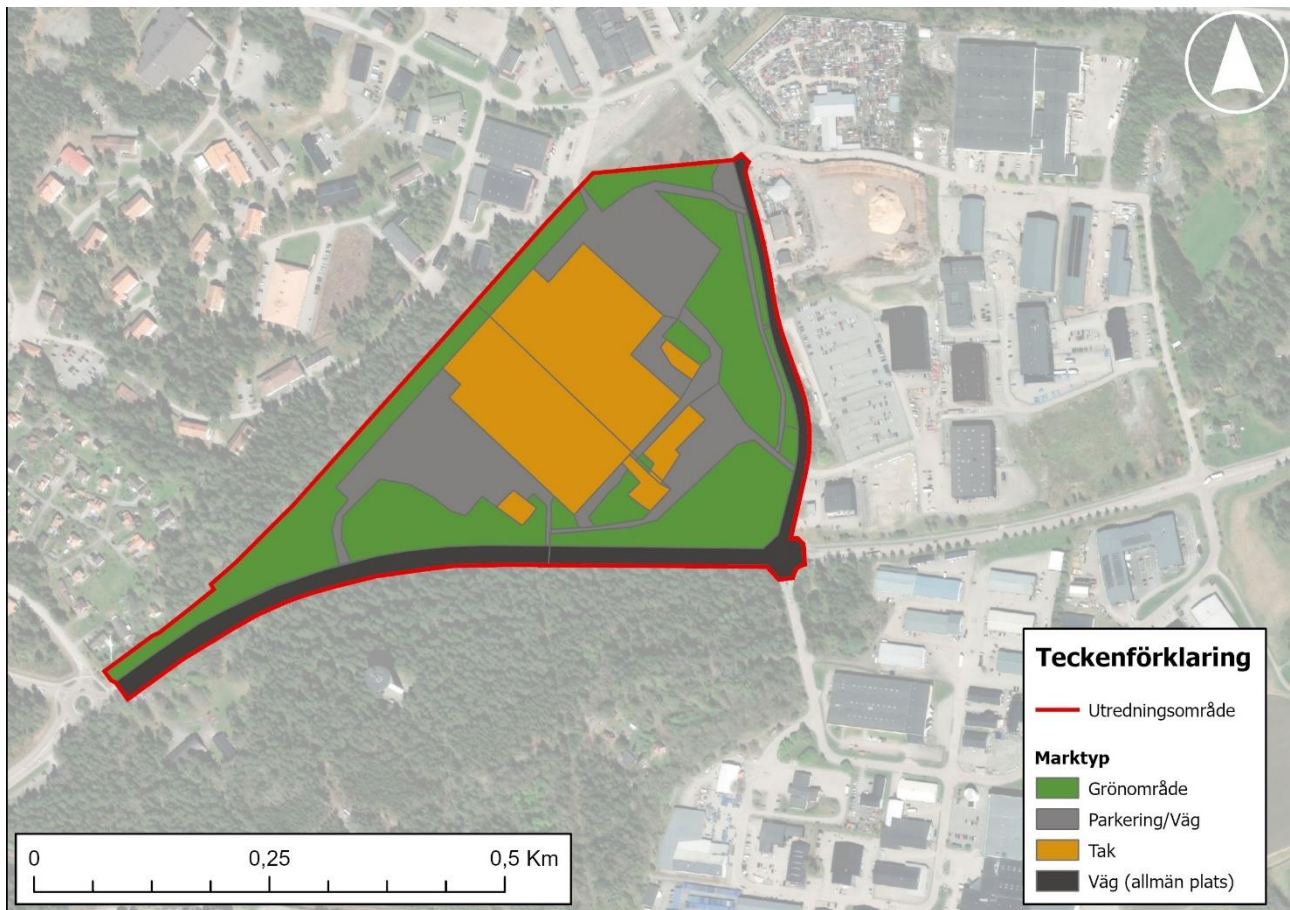
6.1 KARTERAD MARKANVÄNDNING

Då topografin inom utredningsområdet delar upp området i två avrinningsområden (A & B) har karteringen baserats på denna uppdelning (se avsnitt 0 om flödesvägar).

Detaljplanen innefattar även allmän platsmark i form av befintliga vägar. Dessa ingår i planen av tekniska skäl och beräkningar för de ytorna presenteras separat från kvartersmark då ingen förändring planeras.

6.1.1 Befintlig markanvändning inom kvartersmark

Befintlig markanvändning har karterats med hjälp av ortofoto, se Figur 11. Markkarteringen samt flödena som genereras vid ett 20-årsregn från nuvarande markförhållanden inom kvartersmark presenteras i Tabell 2. Flödena är uppdelade per avrinningsområde som finns att se i Figur 5.



Figur 11: Kartering av befintlig markanvändning inom utredningsområdet.

Tabell 2: Flöde för befintlig markanvändning inom kvartersmark vid det dimensionerade regnet (20-årsregn med varaktighet 10 min exklusive klimatfaktor)

Befintlig markanvändning	Area [ha]	Avrinningskoefficient [-]	Reducerad area [ha]	20-årsregn [l/s]
ARO A				
- Grönområde	3,7	0,1	0,4	110
- Parkering/väg	2,8	0,8	2,2	640
- Tak	2,4	0,9	2,1	630
Totalt ARO A	8,9	0,54	4,8	1380
ARO B				
- Grönområde	3,0	0,1	0,3	90
- Parkering/väg	1,7	0,8	1,4	390
- Tak	2,1	0,9	1,9	540
Totalt ARO B	6,8	0,52	3,6	1020
Totalt hela området	15,7	0,53	8,4	2400

6.1.2 Framtida markanvändning inom kvartersmark

Den framtida markanvändning utgår från utkastet av detaljplanen som är daterad 2025-10-20. Det finns osäkerheter kring exakt hur marken kommer att nyttjas men syftet med planen är att den ska vara flexibel och möjliggöra för olika typer av militär och civil verksamhet. Därför har antaganden gjorts angående markanvändning utifrån en behovsanalys av området. En styrande faktor är en bruttototalarea (BTA) på 100 000 m², vilket motsvarar ett ytbehov om 50 000 m² när byggnader uppförs med två våningar. Att alla byggnader uppförs som tvåvåningshus är ett konservativt antagande. Det är sannolikt att vissa hus kommer att byggas med fler våningar vilket skulle innebära att 100 000 m² BTA går att uppnå genom att en mindre yta blir bebyggd med hus. I trafikutredningen som tagits fram för denna detaljplan förespråkas att 25–30 % av den byggbara andelen skulle behöva nyttjas för markparkering för att tillgodogöra behovet.² I denna utredning har ett konservativt antagande om 50 % gjorts för att illustrera ett worst case med avseende på föroreningar.

Utredningsområdet är i sin helhet uppdelat i två huvudkategorier:

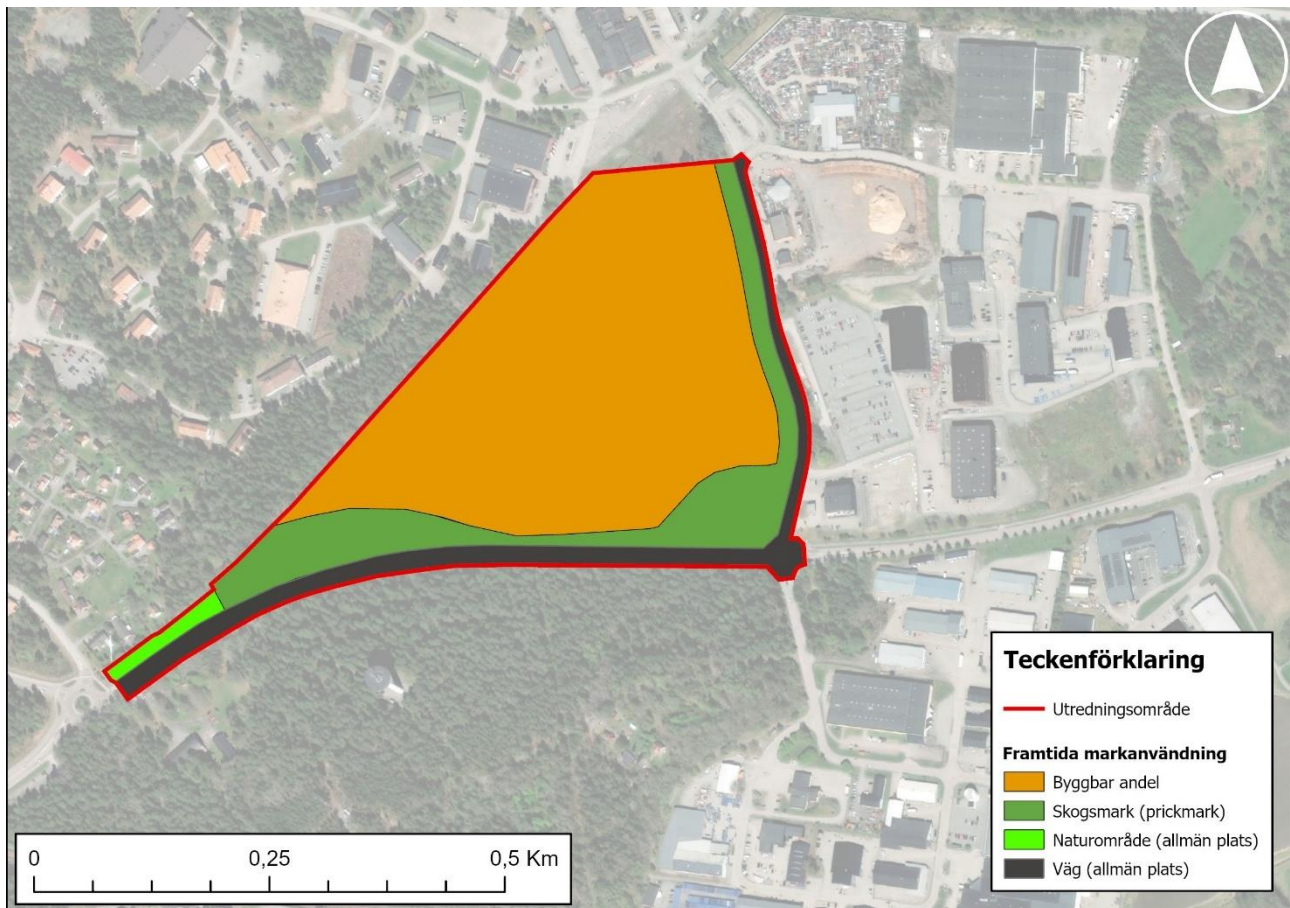
- **Prickmark** som enligt detaljplanens utkast utgörs av grönområde och där bebyggelse inte är tillåten. Inom denna yta finns vissa korsande vägar som utgör ca 15% av planområdets totala yta. Dessa antas vara kvar.
- **Byggbar andel** som kan nyttjas för bebyggelse och andra funktioner.

För den byggbara ytan har följande fördelning antagits för att uppnå rätt BTA med tvåvåningshus:

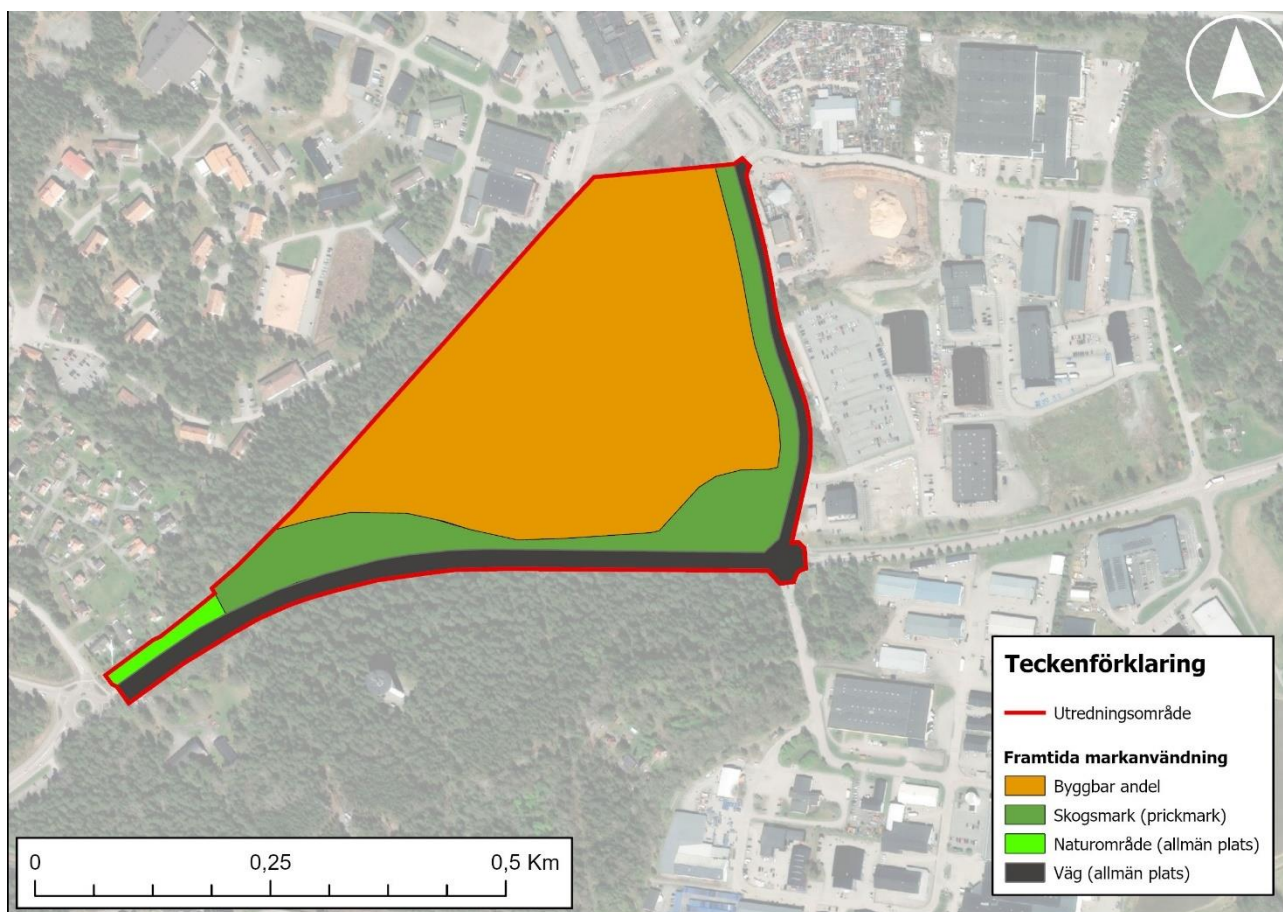
- 41 % takyta (50 000 m² hus)
- 50% parkeringsyta
- 9 % grönområde

Markkarteringen illustreras i

² Trafikutredning, WSP 2025.



Figur 12 och flöden per sammanslagen markanvändningskategori vid ett 20-årsregn med 10 minuters varaktighet redovisas i Tabell 3.



Figur 12: Markkartering för framtida situation.

Tabell 3: Flöde för framtida markanvändning inom kvartersmark vid det dimensionerade regnet (20-årsregn med varaktighet 10 min inklusive klimatfaktor 1,25)

Framtida markanvändning	Area [ha]	Avrinningskoefficient [-]	Reducerad area [ha]	20-årsregn [l/s]	20-årsregn inkl. klimatfaktor 1,25 [l/s]
ARO A					
Grönområde	2,2	0,1	0,2	80	100
Parkering/väg	3,8	0,8	3,0	1090	1360
Tak	2,9	0,9	2,6	930	1170
Totalt ARO A	8,9	0,66	5,9	2100	2630
ARO B					
Grönområde	1,9	0,1	0,2	70	90
Parkering/väg	2,8	0,8	2,3	810	1010
Tak	2,1	0,9	1,9	680	850
Totalt ARO B	6,8	0,64	4,4	1560	1950
Total hela området	15,7	0,65	10,3	3660	4580

6.1.3 Jämförelse befintlig och framtida markanvändning

I Tabell 4 jämförs de flöden som genereras vid ett 20-årsregn för befintlig och framtida markanvändning. Den totala ökningen av reducerad area är 1,9 ha vilket innebär en total förändring på 1600 l/s för ett 20-årsregn med klimatfaktor 1,25.

Tabell 4: Jämförelse mellan nuvarande markanvändning och framtida markanvändning för fastigheten Stenvreten 4:1.

Markanvändning inom garnisonsområdet	Reducerad area [ha]	20-årsregn [l/s]	20-årsregn inkl. klimatfaktor 1,25 [l/s]
Totalt befintligt	8,3	2390	2980
Totalt framtid	10,2	3660	4580
Förändring	1,9	1270	1600

6.1.4 Flödesberäkningar allmän platsmark

Eftersom allmän platsmark ingår i detaljplanen av plantekniska själ och inte är planerat att byggas om presenteras flödesberäkningarna för den ytan separat från kvartersmark. Tabell 5 visar vilket flöde som faller på allmän platsmark vid händelse av ett 20-årsregn. Det sker ingen förändring av flöde eftersom det inte finns planer på att ändra utformningen av ytan. Det är värt att notera att klimatfaktorn ökar den totala nederbördsvolymen på ytan.

Tabell 5: Jämförelse mellan nuvarande markanvändning och framtida markanvändning för allmän platsmark inom detaljplan Stenvreten 4:1.

Markanvändning allmän väg	Reducerad area [ha]	20-årsregn [l/s]	20-årsregn inkl. klimatfaktor 1,25 [l/s]
Befintlig			
Allmän väg ARO A	0,9	250	-
Allmän väg ARO B	0,8	240	-
Framtid			
Allmän väg ARO A	0,9	250	310
Allmän väg ARO B	1,0	240	300

6.2 BERÄKNING AV DIMENSIONERADE FLÖDEN

Enligt Enköping kommuns checklista får områdets dagvattenutflöde efter exploatering inte överskrida flödet före exploatering. I detta fall innebär det att utflödet inte får öka efter omdaning av fastigheten.

Dagvattenberäkningar gäller endast kvartersmark då det inte planeras någon förändring av allmän platsmark.

6.2.1 Erforderlig fördröjning inom kvartersmark

Beräkning av fördröjningsbehovet har gjorts med Svenskt Vattens bilaga till P110 kap 10.6

"Magasinsberäkning med hänsyn till rinntid enligt Dahlström 2010 för varaktigheter upp till 1 dygn" som också finns tillgänglig på Svenskt Vattens hemsida (Svenskt Vatten, 2025). Avtappningen är jämfört mot utflödet vid nuvarande markanvändning för att säkerställa att detta ej ökar och multiplicerats med 2/3 vid beräkning av fördröjningsbehovet för att kompensera för att avtappningen inte är konstant.

Tabell 6: Erforderlig fördröjningsvolym uppdelat per avrinningsområde framräknat med avseende på att flöde ej får över efter exploatering.

Erforderlig fördröjningsvolym	Tillåtet utflöde [l/s]	Erforderlig magasinsvolym [m³]
ARO A	1380	650
ARO B	1070	510
Totalt fördröjningsbehov*	1950	910

* Totala fördröjningsbehovet är beräknat med hänsyn till en sammanslagen fördröjningsvolym och dess tillåtna utflöde för ARO A och B.

6.2.2 Åtgärdsnivå 20 mm

Dagvattensystem ska enligt Enköping kommuns checklista "dimensioneras med en våtvolum på 20 mm och ha en mer långtgående rening än sedimentation". För att få fram den volymen multipliceras den reducerade arean i m² efter omdaning med 0,02 m. Den totala volymen som krävs för att fastigheten Stenvreten 4:1 ska uppnå åtgärdsnivån på 20 mm är 2040 m³ vilket uppdelat per avrinningsområde är 1170 m³ för ARO A och 870 m³ för ARO B.

6.3 BERÄKNING AV DAGVATTNETS FÖRORENINGSSINNEHÅLL

Föroreningsberäkningarna har gjorts i syfte att uppskatta hur förändringen i markanvändning påverkar dagvattnets föroreningsinnehåll samt för att använda resultatet för att bedöma och jämföra påverkan på recipienten med och utan reningsåtgärder.

Mängden föroreningar som planområdet genererar i nuläget respektive vid planerad markanvändning har beräknats med hjälp av verktyget StormTac, version 25.3.1. Beräkningarna baseras på schablonhalter för olika typer av markanvändning. För befintlig och framtida situation användes markanvändningskategorierna: skogsmark, tak och parkering.

Föroreningshalt och belastning har beräknats för följande ämnen: fosfor (P), kväve (N), bly (Pb), koppar (Cu), Zink (Zn), kadmium (Cd), krom (Cr), nickel (Ni), kvicksilver (Hg), suspenderad substans (SS) och bensoe(a)pyren (BaP). Föroreningsbelastningen (kg/år) respektive föroreningshalter (µg/g) före och efter planerad exploatering inom området redovisas i Tabell 7 och Tabell 8.

Tabell 7: Totala föroreningshalter för Stenvreten 4:1 före exploatering i jämförelse med belastning efter exploatering.

Föroreningshalter [µg/l]	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	SS	BaP
Före expl.	88	1400	11	26	91	0,45	7,5	4,8	69000	0,029
Efter expl. utan rening	97	1500	12	28	99	0,47	8,2	5	76000	0,032

Tabell 8: Total föroreningsbelastning för Stenvreten 4:1 före exploatering i jämförelse med belastning efter exploatering.

Total belastning [kg/år]	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	SS	BaP
Före expl.	4,9	82	0,59	1,5	5,2	0,027	0,42	0,28	3800	0,0016
Efter expl. utan rening	6,6	100	0,79	1,9	6,8	0,032	0,56	0,34	5200	0,0022

7 FÖRSLAG TILL DAGVATTENHANTERING

7.1 ÖVERGRIPANDE PRINCIPER

Några grundprinciper för att säkerställa en långsiktig och hållbar dagvattenhantering är att:

1. Byggnader ska placeras på höjdparter och grönytor i lågstråk.
2. Dagvattenflöden ska begränsas genom att i första hand undvika onödiga hårdgjorda ytor, och i andra hand genom infiltration och fördröjning om vattnet inte är förorenat.
3. Dagvattnets föroreningsbelastning ska begränsas genom naturlig rening på väg till recipient.

I detta avsnitt redovisas generella åtgärdsförslag som kan användas inom kvartersmark. Nedan förklaras principlösningar för omhändertagande av dagvatten i dagvattendammar, regnbäddar, infiltrationsstråk och svackdiken.

7.2 DAGVATTENHANTERING MED HÄNSYN TILL GRUNDVATTENSKYDD

Med hänsyn till Enköpingsåsen, riktlinjer kring markanvändning och riskreducerande åtgärder enligt avsnitt 3.2 ska åtgärder vidtas för att förhindra förorening av grundvattnet. Förorening av grundvattentäkten kan ske både i anläggningsskedet och i driftskede via infiltration av förorenat dagvatten från exempelvis hårdgjorda ytor samt i händelse av brand och infiltration av släckvatten. Enligt Uppsala Vattens vägledning (Uppsala Vatten, 2025) kan dagvatten i högkänslig zon infiltreras efter rening. Men med hänsyn till att fastigheten även ska ha en kontrollerad släckvattenhantering, har denna dagvattenutredning tillämpat försiktighetsprincipen och utgångspunkten är därför att anläggningarna ska vara täta. I samband med att en riskbedömning samt eventuella geotekniska undersökningar görs inom fastigheten kan känslighetszonen verifieras och behovet av tätning ses över i samråd med Enköpings kommun. Fortifikationsverket vill ta fram en flexibel detaljplan för sin framtida verksamhet, därför illustrerar följande kapitel övergripande principlösningar som kan anpassas för dagvattenhanteringen inom kvartersmarken.

Förslag på principer för dagvattenhantering inom fastigheten

- Dagvatten från grönytor och gång- och cykelvägar tillåts infiltrera.
- Dagvatten från trafikytor (vägar, parkeringsytor) samt gång- och cykelvägar intill trafikytor får inte infiltrera. Hantering ska ske i en tät anläggning och sedan ledas bort från området.
- Takdagvatten leds till tät anläggning³.

7.2.1 Dagvattendamm

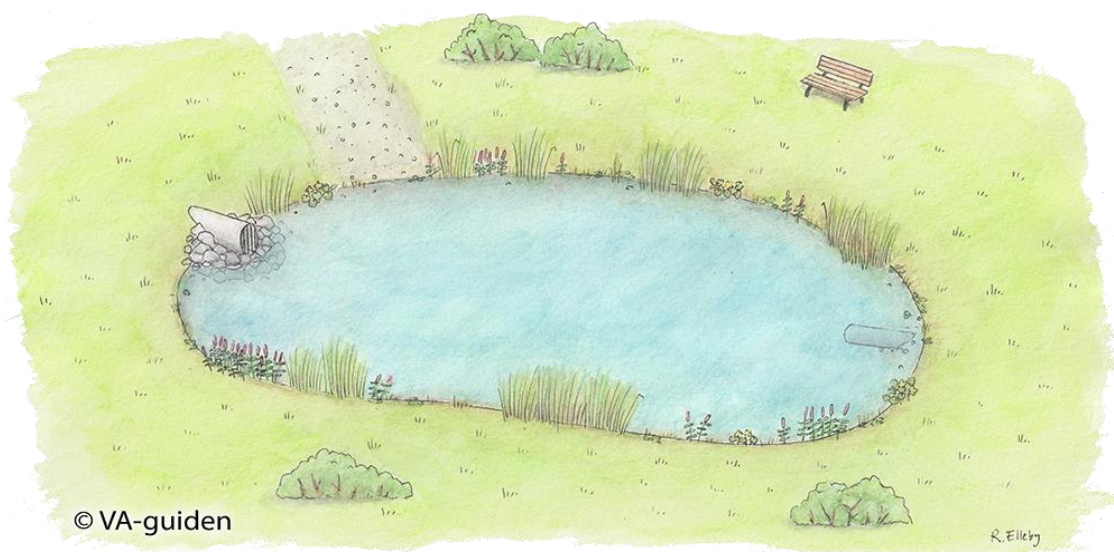
Dagvattendammar är en effektiv lösning för att både fördröja och rena dagvatten innan det når recipient. De placeras med fördel som ett sista steg i ett dagvattensystem innan dagvattnet släpps mot recipienten. Dammen dimensioneras vanligtvis till cirka 1,5–2,5 % av total areal hårdgjord yta och med ett djup mellan 1–2 meter. En dagvattendamm har en permanent vattenspiegel och beroende på områdets känslighet med avseende på grundvattnet anläggs den antingen med tät eller öppen botten.

Det är rekommenderat att dagvattendammar anläggs med en försedimentationszon där grövre partiklar kan sedimentera. Det underlättar för underhållet av dammen och reningsgraden blir hög då fosfor, tungmetaller,

³ Enligt Uppsala Vattens vägledning för riskreducerande åtgärder (Uppsala Vatten, 2025) kan takdagvatten tillåtas att infiltrera efter rening i extremt och högkänsligt område. Enligt vägledningen ska släckvattenhantering beaktas. Det kan vara tekniskt komplicerat att kombinera både en kontrollerad släckvattenhantering och samtidigt tillåta infiltration av takdagvatten. Utredningen har därför tillämpat principen att takdagvatten ej infiltreras. Frågan kan utredas vidare i kommande skede.

och oljeföroreningar kan avskiljas. Dammen kan med fördel även kompletteras med växtzoner eller våtmarksdelar för ännu högre reningseffekt.

Utformningen av dammen är viktig för funktionen. En långsmal damm med in- och utlopp långt ifrån varandra ger bäst hydraulik, medan djupzoner med växtzoner förbättrar sedimentation och upptag av föroreningar. För att bibehålla funktionen krävs regelbunden skötsel, som rensning av in- och utlopp samt borttagning av sediment när bottenlagret blivit för tjockt. Figur 13 visar en principskiss över en damm (VA-Guiden, 2025). Om utloppet ligger under ytan likt figuren nedan uppnås en oljeavskiljande effekt och om anläggningen utformas så att vatten tillåts stiga vid högre flöden, kan dammen utöver rening även utjämna vid extrema nederbördstillfällen. Dammar bör förses med en avstängningsventil för att vid händelse av exempelvis en brand kunna stoppa utflödet ur dammen för att hinna sanera föroreningen.

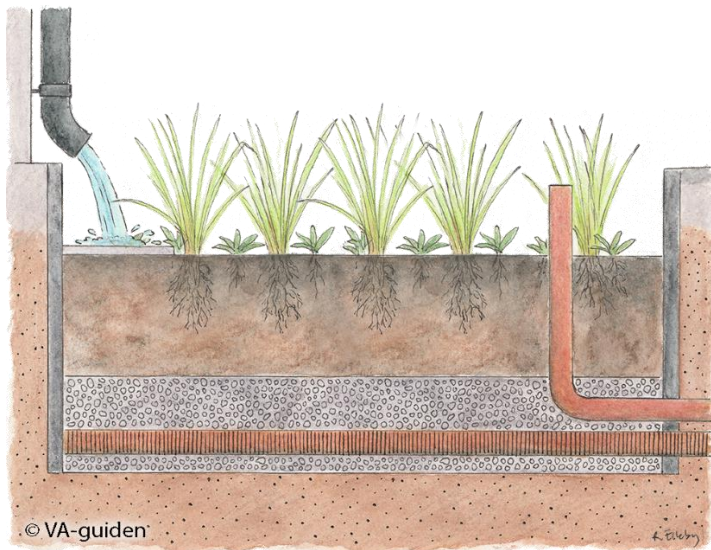


Figur 13: Exempel på dagvattendamm. Bildkälla (VA-guiden, u.d.)

7.2.2 Nedsänkt regnbädd

Nedsänkt regnbädd, ibland benämnd växtbädd, är också en effektiv dagvattenlösning som både fördröjer och renar avrinningen. De placeras med fördel i gatumiljö eller parkeringsytor och går att utforma på olika sätt beroende på platsens förutsättningar. Dagvatten leds in i växtbäddarna genom ytavrinning eller brunnar och magasineras tillfälligt ovanpå bädden innan det infiltrerar genom ett sand- eller makadambaserat filtermaterial. Växtligheten bidrar till att minska erosion samtidigt som anläggningen tillför grönska till platsen.

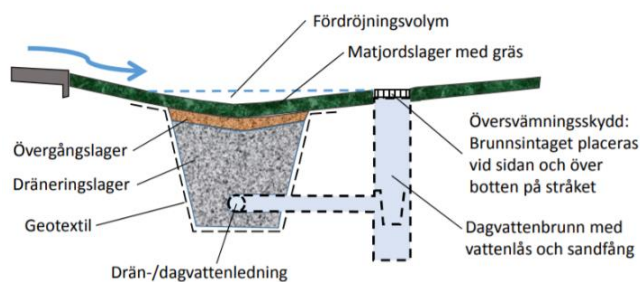
Föroreningsavskiljningen är hög, särskilt för partikelbundna ämnen och vissa metaller, och kan förbättras ytterligare genom tillsats av kalk i filtermaterialet. För att fungera väl krävs att en yta motsvarande 5–10 % av den hårdgjorda ytan anläggs som växtbäddar samt att de har ett anläggningsdjup på minst en meter. Bräddning till dagvattennätet eller förstärkningslager behövs för att hantera extrema flöden.



Figur 14: Exempel på nedsänkt regnbädd. Bildkälla (VA-guiden, u.d.)

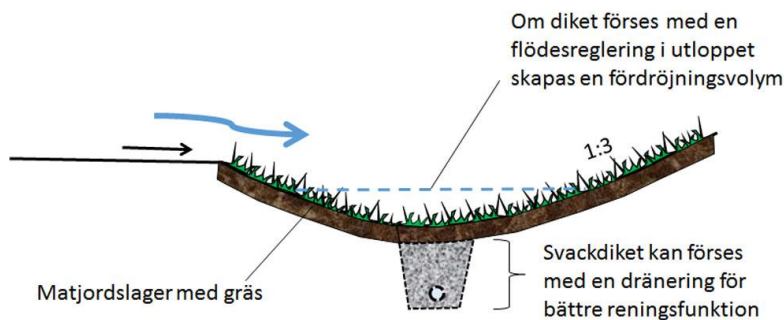
7.2.3 Infiltrationsstråk och svackdike

Infiltrationsstråk ger både flödesutjämning och hög rening av dagvatten. Stråken fungerar i flera avseenden på samma sätt som regnbäddar. Både partikelbundna och lösta föroreningar avskiljs när vattnet infiltreras i marken. Partikelbundna föroreningar reduceras i intervallet mellan 60–95 procent (Stockholm Vatten och Avfall, 2017). Infiltrationsstråk har god oljeskiljande förmåga. Stråket byggs upp med en makadamfyllning i botten, följt av ett grusskikt och därefter sandinblandad matjord som avslutas med ett vegetationsskikt, lämpligen gräs. I diket dräneringslager placeras ofta en dräneringsledning som ansluter till dagvattennätet, se figur 15. Gräsytan bör ligga cirka fem centimeter lägre än angränsande hårdgjord yta. Flöden som överstiger det dimensionerande kan avledas med hjälp av bräddbrunnar som placeras i kanten av diket (Stockholm Vatten och Avfall, 2017).



Figur 15. Principskiss av ett infiltrationsstråk (WRS) till vänster. Stråket utformas som ett nedsänkt dike där vattnet kan infiltrera genom matjorden till ett dräneringslager. Ett dräneringsrör som ansluter till dagvattennätet kan placeras i botten. (Stockholm Vatten och Avfall, 2017).

Svackdiken är en annan dikesutformning som har lägre anläggningskostnad än infiltrationsstråk men har liknande funktion. Diket kan användas för att avleda höga flöden på ett säkert sätt. Svackdiken är gräsbeklädda diken med svag släntlutning som huvudsakligen bidrar med fördröjning och avledning av dagvatten, se figur 16. Till skillnad från infiltrationsstråk anläggs svackdiken utan ett dräneringslager. För att vatten ska rinna in i svackdiket är det viktigt att ha en genomtänkt höjdsättning av omgivande mark.



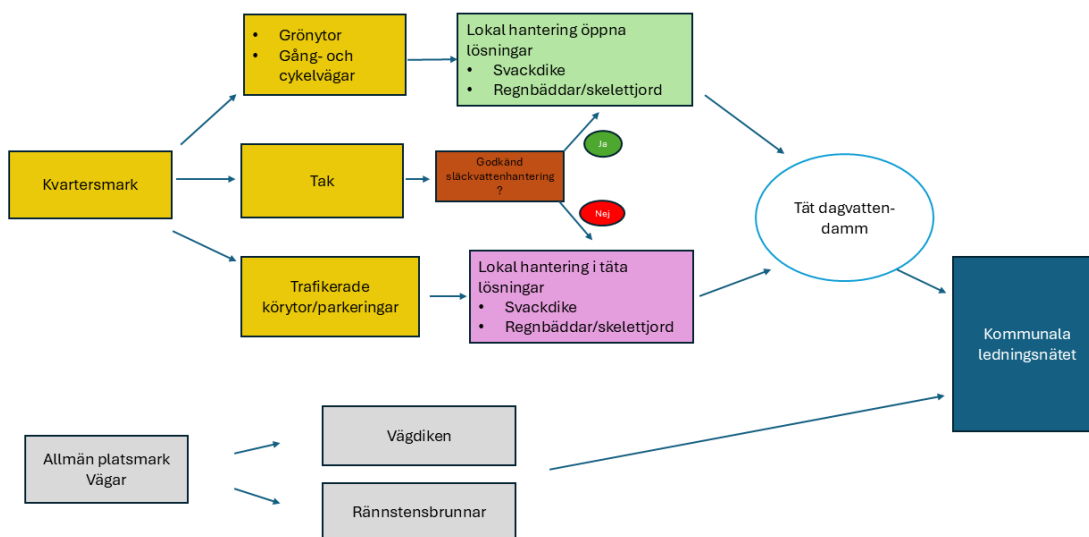
Figur 16. Principskiss av ett svackdike (WRS).

7.3 SYSTEMLÖSNING

7.3.1 Principiell dagvattenhantering

Systemlösningen som presenteras i nedanstående kapitel bygger på att dagvatten från planområdet omhändertas i anläggningar med både fördröjande och renande funktion, och att åtgärderna utformas täta för att förhindra infiltration av förorenat dagvatten till grundvattnet. Om en riskbedömning skulle visa att det är acceptabelt att låta mindre förorenat dagvatten infiltrera så finns det möjlighet att kombinera dammlösningen med andra åtgärder. I Figur 17 redovisas förslag på systemlösning utifrån hur olika typer av dagvatten får infiltrera.

Man kan också, i samband med strukturplanering av kvartersmarken få in grön struktur med lokal dagvattenhantering intill källan (exempelvis parkeringsytor) som kan medföra värden i form av extra rening samt skapa tröghet i systemet. Med en seriekopplad dagvattenhantering minskar belastningen på dammen och ytbehovet kan reduceras. Principen är att varje kompletterande åtgärd kan minska behovet av ytanspråk för dammar.



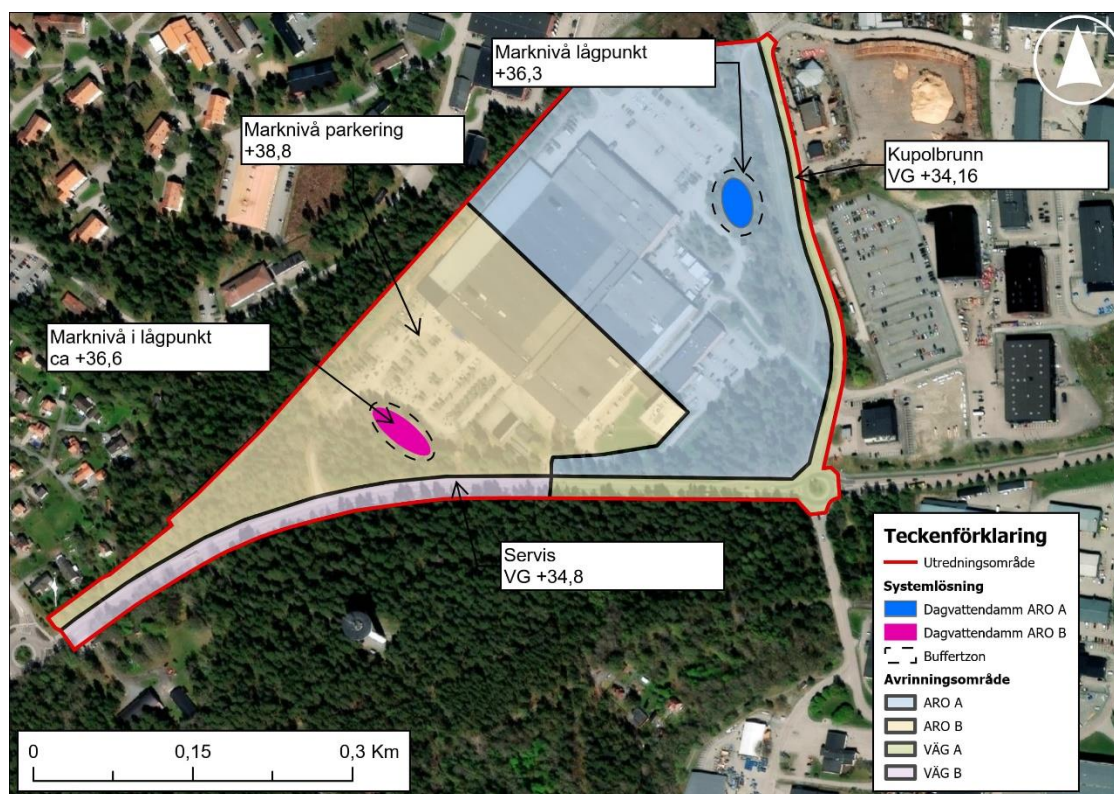
Figur 17. Principiellt föreslagen systemlösning för dagvattenhantering. Dagvattnet inom kvartersmark kan hanteras i flera steg. Allmänna gator antas ha oförändrad utformning och dagvattenhantering jämfört med idag.

Den systemlösning som presenteras i följande kapitel bygger endast på två dagvattendammar som åtgärd innan anslutning till det kommunala ledningsnätet. De beräkningar som ligger till grund för lösningen har genomförts med denna utformning som förutsättning.

Valet av dammar motiveras av att de kan hantera både större flöden och ge tillräcklig uppehållstid för rening genom sedimentation och biologiska processer samt att de går att konstruera som täta anläggningar med avseende på grundvattnet. Dagvattendammarna har möjlighet att uppfylla både fördröjnings- och reningskrav. Om lokal hantering tillämpas, kan dimensionering av föreslagna dammar ses över då de utspridda anläggningarna inom fastigheten avlastar den slutgiltiga anläggningen. De lokala åtgärderna kan även underlätta höjdsättning av kvartersmarken, då exempelvis svackdiken fungerar som lågstråk och kan avleda kraftiga regn.

Dammarna föreslås att dimensioneras för att klara att fördröja ett framtida 20-årsregn (inkl. klimatfaktor 1,25) med utflöde motsvarande befintlig markanvändning. För att uppnå tillräcklig rening för planerad markanvändning föreslås att dagvattendammarna dimensioneras med en permanent vattenyta motsvarande 1,5 % av reducerad area.

Marken inom fastigheten föreslås höjdsättas för att erhålla lutning mot planerade anläggningar per avrinningsområde, både via yttlig avrinning och internt nytt ledningsnät. Befintliga marknivåer medger att det är möjlig utan större förändring av höjdsättning inom kvartersmark, se en schematisk bild över systemlösningen i Figur 18.



Figur 18: Förslagen systemlösning med två dagvattendammar dimensionerade efter $K=150$ vilket motsvarar 1,5% av antagen hårdgörandegrad per avrinningsområde. Inkluderat är även en buffertzon för att kunna rymma fördröjningsvolym och driftsväg. Den är dimensionerad efter 4% av hårdgjord yta per avrinningsområde.

I följande avsnitt presenteras dimensioneringsförutsättningar och föroreningsberäkningar om systemlösningen endast bygger på dagvattendammar i slutet av systemet, utan hänsyn till lokala åtgärder implementerad i framtida struktur.

7.3.2 Systemlösning ARO A

För avrinningsområde ARO A föreslås en dagvattendamm dimensionerad för att både rena och fördröja dagvattenflöden innan anslutning till det kommunala ledningsnätet. Dammen har dimensionerats för att klara ett 20-årsregn utöver permanent reningsvolym, med ett maximalt utflöde motsvarande dagens markanvändning. Detta ger en erforderlig fördröjningsvolym på 650 m³, baserat på antagandet om fritt utflöde via utgående ledning. I kommande skeden kan volymbehovet behöva justeras beroende på den slutliga utformningen av utloppet och eventuella hydrauliska begränsningar.

Det totala ytanspråket för dammen har beräknats genom att avsätta 4 % av den hårdgjorda ytan inom avrinningsområdet, vilket motsvarar cirka 2 900 m². Denna yta inkluderar permanent vattenyta, slänter, reglervolym samt ytor för drift och skötsel. Den permanenta vattenytan uppgår till 900 m², vilket ger goda förutsättningar för sedimentation och rening av suspenderat material.

Den närmaste kommunala ledningen ligger med en VG på +34,16 och marknivån i lågpunkten är +36,30. Dammen bör utformas med ett utlopp som ger tillräckligt fall mot befintlig ledning. Dammens utlopp och nivåer kan regleras i en nivåregleringsbrunn för att utloppsledningen i dammen ska ligga under ytan och ge en oljeavskiljande effekt. Eftersom det är en kupolbrunn som avleder vattnet från ytan i denna del idag så kan det krävas en ny servisanslutning till det kommunala nätet.

Tabell 9: Tabellen redovisar beräknad permanent vattenyta (K=150) och fördröjningsvolym vid ett 20-årsregn. Dessutom anges dammens totala ytanspråk, motsvarande 4 % av den hårdgjorda ytan inom avrinningsområdet.

Damm ARO A		
Permanent vattenyta	Fördröjningsvolym 20-årsregn	Dammens totala ytanspråk, 4% av hårdgjord yta
900 m ²	650 m ³	2900 m ²

7.3.3 Systemlösning ARO B

Gällande dammen som föreslås att placeras för att omhänderta vatten från ARO B gäller samma princip som för ARO A. Marknivån på fastigheten tyder på att det går att få tillräckligt fall mot servisleddningen som har en VG på +34,8. Tabell 10 sammanfattar ytanspråk och erforderliga dammvolymer för ARO B.

Tabell 10: Tabellen redovisar beräknad permanent vattenyta (K=150) och fördröjningsvolym vid ett 20-årsregn. Dessutom anges dammens totala ytanspråk, motsvarande 4 % av den hårdgjorda ytan inom avrinningsområdet.

Damm ARO B		
Permanent vattenyta	Fördröjningsvolym 20-årsregn	Dammens totala ytanspråk, 4% av hårdgjord yta
660 m ²	510 m ³	2000 m ²

7.3.4 Föroreningsbelastning efter åtgärder

Planerad exploatering medför ökad transport av föroreningar och ökade halter i dagvattnet. För att avhjälpa det föreslås att två dagvattendammar, en på västra, och en på östra sidan planområdet anläggs. För att dammarna ska ha önskad effekt krävs att befintlig och planerad bebyggelse ansluts till dem.

I StormTac har reningsanläggningar i form av dagvattendammar lagts till i efterscenariot. På så sätt har de avskilda föroreningarna kunnat uppskattas och reningsanläggningarna dimensionerats för att föroreningsbelastningen ska minska. Den dimensionerande faktorn i StormTac är K-värdet som anger hur stor andel av den reducerade arealen som dagvattenanläggningen får uppta. Dagvattendammarna har dimensionerats med K-värde 150 m² per reducerad hektar då detta anses ge tillräcklig rening.

Dammarnas huvudsakliga syfte är att rena dagvattnet och beräkningar visar att för både den totala årstransporten av förorenande ämnen (kg/år) av halten i dagvattnet (µg/l) motverkas exploaterings negativa effekt om planerade dammar anläggs. Med föreslagna dagvattendammar medför exploateringen ingen ökning av föroreningsbelastningen till Enköpingsån, se Tabell 11 och Tabell 12 för reningseffekt av systemlösning för ARO A och Tabell 13 Tabell 14 för ARO B.

Tabell 11: Föroreningshalter för ARO A före exploatering i jämförelse med belastning efter exploatering, inklusive föreslagna åtgärder för att omhänderta dagvatten.

Föroreningshalter [µg/l]	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	SS	BaP
Före expl.	88	1400	11	26	91	0,45	7,5	4,8	69000	0,029
Efter expl. utan rening	97	1500	12	28	99	0,47	8,2	5	76000	0,032
Efter expl. med rening (K=150)	51	1100	4,2	13	38	0,25	2,3	2,4	21000	0,009

Tabell 12: Föroreningsbelastning för ARO A före exploatering i jämförelse med belastning efter exploatering, inklusive föreslagna åtgärder för att omhänderta dagvatten. Förändring redovisas även i procent.

Total belastning [kg/år]	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	SS	BaP
Före expl.	2,9	47	0,35	0,86	3	0,015	0,25	0,16	2300	0,00097
Efter expl. utan rening	3,8	59	0,45	1,1	3,9	0,019	0,32	0,19	3000	0,0013
Efter expl. med rening (K=150)	2	44	0,16	0,49	1,5	0,0097	0,092	0,096	830	0,00035
Reningseffekt [%] (K=150)	47	25	64	55	62	49	71	49	72	73

Tabell 13: Föroreningshalter för ARO B före exploatering i jämförelse med belastning efter exploatering, inklusive föreslagna åtgärder för att omhänderta dagvatten.

Föroreningshalter [µg/l]	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	SS	BaP
Före expl.	79	1400	9,4	24	85	0,46	6,6	4,7	60000	0,025
Efter expl. utan rening	96	1500	12	28	98	0,47	8,2	4,9	76000	0,032
Efter expl. med rening (K=150)	42	1100	3,5	11	31	0,21	1,7	2,0	15000	0,0072

Tabell 14: Föroreningsbelastning för ARO B före exploatering i jämförelse med belastning efter exploatering, inklusive föreslagna åtgärder för att omhänderta dagvatten. Förändring redovisas även i procent.

Total belastning [kg/år]	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	SS	BaP
Före expl.	2,0	35	0,24	0,61	2,1	0,011	0,16	0,12	1500	0,00063
Efter expl. utan rening	2,8	43	0,34	0,81	2,9	0,014	0,24	0,14	2200	0,00094
Efter expl. med rening (K=150)	1,2	31	0,10	0,31	0,9	0,0062	0,048	0,059	440	0,00021
Reningseffekt [%] (K=150)	46	26	65	56	62	49	72	49	73	73

7.4 DAGVATTENHANTERING VID SKYFALL

Det är viktigt att säkra avrinningsvägar genom höjdsättning av ny exploatering så att händelsen av skyfall inte försämrar situationen för nya byggnader samt omkringliggande områden. Det finns lågpunkter i grönområden inom planområdet och dessa ytor är bra att utnyttja som bräddningsområden för att skydda Stockholmsvägen och Garnisonsvägen från skyfall, se Figur 6.

För att undvika översvämningsskador på planerad bebyggelse bör marken luta ut från byggnader ner mot föreslagna dagvattenanläggningar i fastighetens utkant. Vid skyfall ska ytavrinningen kunna ledas kontrollerat genom området via primära avrinningsvägar, och där det är möjligt även sekundära avrinningsvägar i form av grönytor och gångstråk. Dessa ytor bör hållas fria från hinder så att vatten kan passera utan att skapa instängda områden.

Lågpunkterna inom grönområdena bör utformas så att de kan fungera som tillfälliga magasin vid kraftiga regn och samtidigt möjliggöra vidare avrinning mot säkra ytor nedströms. Entréer, garageinfarter och andra känsliga punkter bör skyddas genom höjdsättning och riktade lutningar så att vatten inte kan rinna mot byggnader även om brunnar tillfälligt sätts igen av löv eller skräp.

8 KONSEKVENSER

8.1 FLÖDESUTJÄMNING

Konsekvenserna av detaljplanen är förmodligen en totalt sett ökad hårdgörandegrad. Befintligt ledningsnät är inte dimensionerat enligt dagens krav eller för tillkommande belastning från ny exploatering. Detta innebär att fördröjningsåtgärder är nödvändiga. Med dagvattenhantering som dimensionerat för att fördröja ett 20-årsregn är tillgången på magasinvolym god och flödena minskar totalt sett vid de flesta regn. Huruvida flödena minskar vid alla regn är svårt att svara på då det beror på hur dammarnas utlopp dimensioneras.

8.2 MILJÖKVALITETSNORMER

Detaljplanens genomförande får inte medföra en negativ påverkan på recipientens status eller försvåra att miljökvalitetsnormerna kan uppfyllas. Enköpingsån uppnår enligt senaste klassningen inte god kemisk status och den ekologiska statusen är måttlig.

Föroreningsberäkningarna visar att exploateringen i samband med ny detaljplan kommer leda till en ökad föroreningstransport om inga reningsanläggningar anläggs. Den markanvändningstyp som främst bidrar med föroreningar är tillkommande parkeringsyta. Föreslagna åtgärder är därför dagvattenanläggningar med hög rening.

Med rening i föreslagna anläggningar beräknas föroreningsbelastningen minska för samtliga undersökta föroreningarna (se Tabell 7 och Tabell 8). Det bedöms därför vara möjligt att genomföra föreslagen exploatering med reningsåtgärder och samtidigt förbättra förutsättningarna för att nå satta miljökvalitetsnormer för recipienten.

8.3 SKYFALL

Det finns inga tillrinningsområden till fastigheten vilket innebär att allt dagvatten som hamnar inom planområdet genereras inom planområdet. Vid skyfall kan stora mängder vatten därför ansamlas lokalt om inte höjdsättning och strukturplanering utformas med hänsyn till naturliga flödesvägar.

Konsekvensen av bristande skyfallshantering är att vatten kan bli instängt inom planområdet och orsaka lokala översvämningar. Genom att tidigt ta hänsyn till flödesvägar, lågpunkter och marklutningar kan dessa risker minimeras och en robust hantering av skyfall säkerställas.

9 FORTSATT ARBETE

- En utökad geoteknisk utredning för hela utredningsområdet behövs i kommande skede. Kompletterande sondering behöver genomföras i läget för planerade byggnader för att kunna fastställa rimliga åtgärder med avseende på grundvattnets känslighet.
- Hur föreslagna dagvattendammar ska utformas för att så effektivt som möjligt utnyttjas för rening och fördröjning behöver utredas närmare i samband med fortsatt projektering. Hänsyn behöver också tas till bergnivå när man optimerar placering och utformning av dammarna.
- Vid genomförande av en strukturplan måste hänsyn tas till befintliga flödesvägar, lågpunkter och instängda områden. Utformning och höjdsättning av dammar i lågpunkter behöver utredas i kommande detaljprojektering.

10 REFERENSER

- Enköping kommun. (2015). *Dagvattenpolicy*. Enköping kommun.
- Enköping kommun. (2025). Hämtat från Enköpingkartan: <https://karta.enkoping.se/>
- Enköping kommun. (2025). *Checklista dagvattenutredning*. Enköping kommun.
- Enköpings kommun. (den 06 11 2025). Hämtat från Vattenskyddsområden: <https://enkoping.se/bygga-bo-och-leva-hallbart/kommunalt-vatten-och-avlopp/vattenskyddsomraden.html>
- Enköpings kommun. (2025). *Instruktion för framtagande av riskbedömning grundvatten, 2025-07-31*.
- Länsstyrelsen. (2025). *Länsstyrelsen*. Hämtat från https://ext-webbgis.lansstyrelsen.se/lst_ebh_karta/
- Länsstyrelsen Uppsala län. (den 28 10 2025). *LST Webbgis*. Hämtat från https://ext-webbgis.lansstyrelsen.se/lstc_mark_vattenanv_extern/
- SGU. (2025). *SGU*. Hämtat från <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jordarter-25-100.html>
- SGU. (2025). *SGU*. Hämtat från <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-genomslapplighet.html?zoom=-751562.775624,6120299.579575,1931310.775624,7649590.420425>
- Stockholm Vatten och Avfall. (2017). *Infiltrationsstråk*. Hämtat från https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/infistrak_h.pdf
- Svenskt Vatten. (den 03 11 2025). *Dagvatten*. Hämtat från <https://www.svensktvatten.se/vara-sakomraden/klimat-och-hallbarhet/dagvatten/>
- Uppsala Kommun. (2018). *Riktlinjer för markanvändning inom Uppsala- och Vattholmaåsarnas tillrinningsområde ur grundvattensynpunkt*. Uppsala Kommun.
- Uppsala Vatten. (2025). *Vägledning för riskreducerande åtgärder med avseende på grundvattnets sårbarhet*. Uppsala Vatten.
- VA-Guiden. (den 26 September 2025). *vaguiden*. Hämtat från <https://vaguiden.se/dagvatten/anlaggningswiki/dammar-och-vatmarker/>
- VISS . (den 22 08 2025). *Vatteninformationssystem Sverige (VISS)*. Hämtat från <https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA92594556>
- VISS. (den 03 11 2025). *Enköpingsån*. Hämtat från <https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA63930917>

VI ÄR WSP

WSP är ett av världens ledande konsultbolag och rådgivare inom samhällsutveckling. Vi utvecklar allt ifrån städer och transportsystem till vattenförsörjning och höga hus. Med 67 000 medarbetare i över 40 länder samlar vi experter inom analys och teknik, för att framtidssäkra världen. I Sverige har vi omkring 4 000 medarbetare.

Tillsammans med våra kunder tar vi fram innovativa lösningar för en mänsklig, trygg och välfungerande morgondag. Vi planerar, projekterar, designar och projektleder olika uppdrag inom transport och infrastruktur, fastigheter och byggnader, hållbarhet och miljö, energi och industri samt urban utveckling. Så tar vi ansvar för framtiden.

WSP Sverige AB
121 88 Stockholm-Globen
Besök: Arenavägen 7

T: +46 10-722 50 00
Org nr: 556057-4880
wsp.com

